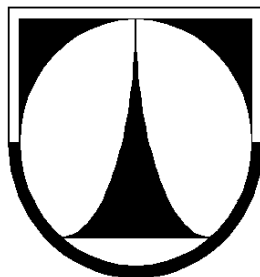


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ



Katedra hodnocení textilií

Studijní obor: Produktový management (textil)

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

*Mechanicko-fyzikální vlastnosti prstencových a rotorových přízí*

*Mechanical and physical properties of ring and rotor yarns*  
(KHT - 117)

**Autor:** Bc. Tereza Hamplová

**Vedoucí diplomové práce:** prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.  
**Konzultant:** Ing. Eva Moučková Ph.D., Ing. Martina Pokorná

### Rozsah práce:

Počet stran: 47

Počet obrázků: 36

Počet tabulek: 3

Počet příloh: 4

## Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že si svou diplomovou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Liberci dne: 9.5.2012

.....  
Podpis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Petrovi Ursínymu za odbornou pomoc při provádění experimentální části, za cenné připomínky a podněty poskytnuté během vypracovávání zvoleného tématu. Také bych chtěla poděkovat Ing. Martině Pokorné za konzultace ohledně diplomové práce.

## **Anotace**

Rešeršní část diplomové práce se zabývala mechanicko – fyzikálními vlastnostmi prstencových a rotorových přízí. Pozornost byla zaměřena na její pevnost a tažnost. Dále byl proveden teoretický rozbor prstencového a rotorového dopřádacího systému.

V experimentální části bylo provedeno měření vybraných mechanicko – fyzikálních vlastností 100% viskóзовých prstencových a rotorových přízí. Poté byl sledován vliv procesních parametrů strojů na vybrané mechanicko-fyzikální vlastnosti.

Nakonec bylo provedeno celkové vyhodnocení vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností posuzovaných přízí.

Výsledky byly statisticky zpracovány a následně byl stanoven závěr.

Klíčová slova: pevnost, tažnost, CTT LH 401 - Constant Tension Transport, prstencová a rotorová příze

## **Annotation**

Search part of this work with mechanical - physical properties of ring and rotor yarns. Attention was focused on its strength and ductility. In addition, a theoretical analysis of ring and rotor spinning system.

In the experimental part was carried out measurement of mechanical - physical properties of 100% viscose ring and rotor yarns. Then the influence of process parameters on the selected machines mechanical and physical properties.

Finally, it was an overall evaluation of selected mechanical and physical properties assessed yarns

Results were statistically processed and summary was made on top of that.

Klíčová slova: strength, ductility, CTT LH 401 - Constant Tension Transport, ring and rotor yarn

## Seznam použitých symbolů a zkratk:

$\sigma$	[Pa]	napětí do přetrhu
P	[N]	pevnost
$\Delta l$	[mm]	protažení do přetrhu
$\varepsilon$	[%]	tažnost příze
f	[N/ tex]	relativní pevnost
$l_T$	[km]	tržná délka
v	[%]	variační koeficient
s	[-]	směrodatná odchylka
IS	[-]	95% Interval spolehlivosti
$l_p$	[m]	max. vzdálenost čelistí v okamžiku přetrhu
$l_0$	[m]	původní vzdálenost čelistí
T	[tex]	jemnost příze
t	[tex]	jemnost vlákna
m	[g]	hmotnost příze
$\rho_v$	[kg m <sup>-3</sup> ]	měrná hmotnost vláken
S	[mm <sup>2</sup> ]	sumární plocha příčného řezu vláken
Z	[m <sup>-1</sup> ]	počet zákrutů
v	[m min <sup>-1</sup> ]	odváděcí rychlost
$\delta_s$	[%]	seskání příze
tg $\beta$	[-]	intenzita zákrutu
D	[mm]	průměr příze
F	[cNtex <sup>-1</sup> ]	poměrná pevnost
$\delta_s$	[%]	seskání příze
R	[N tex <sup>-1</sup> ]	poměrná pevnost v tahu
F	[N]	absolutní pevnost v tahu
D <sub>S</sub>	[mm]	substanční průměr příze
V	[m <sup>3</sup> ]	objem plošné textilie
V <sub>v</sub>	[m <sup>3</sup> ]	objem vláken
V <sub>c</sub>	[m <sup>3</sup> ]	celkový objem příze
S <sub>C</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	celková plocha
n	[min <sup>-1</sup> ]	otáčky zákrutového ústrojí
R	[N tex <sup>-1</sup> ]	poměrná pevnost v tahu

F	[N]	absolutní pevnost v tahu
$l_p$	[m]	max. vzdálenost čelistí v okamžiku přetrhu
$l_0$	[m]	původní vzdálenost čelistí
PDS		Prstencový dopřádací stroj
OE		Rotorový dopřádací stroj
BD		Bezvřetenové dopřádání

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. REŠERŠE.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 MECHANICKO-FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI VLÁKEN A PŘÍZÍ.....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Pevnost a tažnost.....	10
2.1.1.1 Variabilita a její 95% IS pevnosti a tažnosti.....	15
2.1.1.2 Parametry ovlivňující pevnost a tažnost .....	16
2.1.1.2.1 Jemnost příze .....	16
2.1.1.2.2 Zákrut.....	17
2.1.1.2.3 Upínací délka .....	19
2.1.1.2.4 Předpětí .....	19
2.1.1.2.5 Rychlost zatěžování .....	20
2.1.1.2.6 Vliv klimatických podmínek na mechanické vlastnosti .....	20
<b>2.2 TVORBA PŘÍZE .....</b>	<b>21</b>
2.2.1 Viskózní vlákna.....	21
<b>2.3 SPŘÁDACÍ TECHNOLOGIE .....</b>	<b>21</b>
2.3.1 Klasické dopřádání .....	22
2.3.1.1 Prstencový dopřádací stroj.....	22
2.3.1.2 Kompaktní předení .....	23
2.3.2 Nekonvenční dopřádání .....	24
2.3.2.1 Rotorový dopřádací stroj .....	24
2.3.3 Výroba prstencové a rotorové příze v Kumpers Textil Plavy s.r.o.....	27
<b>2.4 STRUKTURA A VLASTNOSTI PRSTENCOVÝCH A ROTOROVÝCH PŘÍZÍ .....</b>	<b>29</b>
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 TESTOVANÉ METODY, PODMÍNKY MĚŘENÍ.....</b>	<b>32</b>
3.1.1 Jemnost příze .....	32
3.1.2 Klasická metoda zjišťování deformačních vlastností (pevnost a tažnost).....	33
3.1.2.1 Tahové křivky .....	37
3.1.3 Deformační vlastnosti zjišťované na běžící přízi.....	38
<b>4. ZÁVĚR.....</b>	<b>45</b>
<b>5. POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>47</b>

# 1. ÚVOD

V dnešní době se textilní materiály nevyužívají pouze pro oděvní účely, ale uplatňují se i ve spoustě dalších průmyslových odvětví, např.: zdravotnictví, stavebnictví atd. Je velmi důležité znát vlastnosti materiálů, které pomohou zjistit, pro jaký účel je materiál nejvhodnější. U textilních vláken se určují mechanické, geometrické, termické, elektrické, povrchové a chemické vlastnosti.

Hlavní omezující faktor produkce klasických přízí je obvodová rychlost běžce v systému „prstenec-běžec-vřeteno“, který slouží k zakrucování a navíjení příze. Klasické příze se vyznačují velmi dobrou kvalitou, ale jsou předeny s poměrně nízkou výstupní rychlostí cca 20 m/min. Použitím rotoru místo prstence se zvýšila produkce (výstupní rychlosti 150-180 m/min dle parametrů suroviny a příze).

V diplomové práci jsou porovnávány mechanicko-fyzikální vlastnosti rotorových a prstencových přízí. Tyto vlastnosti patří mezi hlavní parametry kvality textilních materiálů a jsou definovány jako jejich odezva na vnější působení sil. Uplatní se při zpracování přízí, které mají další využití a proto jsou rovněž zahrnuty mezi zpracovatelské vlastnosti. Dále je uveden princip předení těchto přízí.

Při zkoušení mechanicko-fyzikálních vlastností se většinou jedná o zjištění meze pevnosti. Materiál je při těchto zkouškách zatěžován až do přetrhu. Během mechanického namáhání dochází v přízi ke změně délky – deformaci.

Tato práce byla zaměřena na zjišťování pevnosti a tažnosti prstencových a rotorových přízí klasickou metodou na přístroji Instron 4411. Poté byla použita zcela nová metoda zjišťování deformačních vlastností na běžící přízi na přístroji CTT LH-401. Tato zkouška velmi dobře simuluje podmínky při technologickém zpracování příze. Na přístroji CTT LH-401 bylo měřeno prodloužení prstencové a rotorové příze, při různém zatížení a rychlosti odtahových válečků.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vybrané mechanicko-fyzikální vlastnosti a shrnout závěry o vlivu technologie na sledované vlastnosti.



## 2. REŠERŠE

V této kapitole jsou popsány základní mechanicko-fyzikální vlastnosti vláken a přízí a porovnání vlastností rotorových a prstencových přízí. Rešeršní část se také zabývá principem předení těchto přízí.

### 2.1 MECHANICKO-FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI VLÁKEN A PŘÍZÍ

Příze je tvořena vlákny, proto je nutné znát vlastnosti samotných vláken, ze kterých jsou příze vyrobeny. V první řadě strukturu příze ovlivňuje proces předení, kde každý spřádací proces produkuje jinou strukturu příze.

Vlákna, která tvoří přízi je nutné během technologického procesu spřádání zpevňovat vkládáním zákrutů (trvalý zákrut, nepravý zákrut) a zajišťovat lepší soudržnost. Trvalý zákrut, který bývá u jednoduchých přízí častější vzniká buď na klasickém dopřádacím prstencovém stroji nebo na rotorových dopřádacích strojích. Tento typ zákrutu dodá výrobku vyšší pevnost, než zákrut nepravý, vzniklý zaoblováním. Udělením zákrutu dochází ke zpevnění příze a tím i ke zlepšení mechanicko-fyzikálních vlastností materiálu.

Mechanické vlastnosti popisují schopnost tělesa změnit tvar, případně i objem v důsledku působení vnějších mechanických sil. Během mechanického namáhání dochází v přízi ke změně délky – deformaci, která je závislá na velikosti zatížení, rychlosti namáhání a době trvání.

Působením vnějších sil jsou mechanicko-fyzikální vlastnosti rozděleny na deformační a destrukční. Deformační vlastnosti mohou být plastické nebo elastické a popisují průběh deformace materiálu. Mezi destrukční vlastnosti patří pevnost, tažnost a odolnost v oděru. Mechanicko-fyzikální vlastnosti se také dělí na statické (síla působí pomalu) a dynamické (síla působí rychle) podle časového režimu namáhání.

Mezi mechanicko-fyzikální vlastnosti přízí patří:

- pevnost  $P$  [N]
- napětí do přetrhu  $\sigma$  [Pa]
- protažení do přetrhu  $\Delta l$  [mm]

- tažnost  $\varepsilon$  [%]
- relativní pevnost  $f$  [N/ tex]
- tržná délka  $l_T$  [km] – délka, při níž by se příze zavěšená na jednom konci přetrhla svou vlastní tíhou

Mechanické vlastnosti se uplatní při zpracování vláken, proto jsou zařazovány mezi zpracovatelské vlastnosti. Projevují se jako odezva na mechanické namáhání vláken prostřednictvím vnějších sil. Podle působení vnějších sil můžeme hovořit o namáhání na tah, tlak, ohyb a krut.

Při zkoušení mechanických vlastností se jedná většinou o zjištění meze pevnosti. Příze je v těchto zkouškách zatěžována až do destrukce - přetrhu. Výsledkem jsou ukazatele ultimativních pevnostních charakteristik. Pro vyrovnání např. zobloučkování vláken, zatěžíme přízi před vlastní zkouškou základní malou silou  $F$ , nazývanou předpětí.

### 2.1.1 Pevnost a tažnost

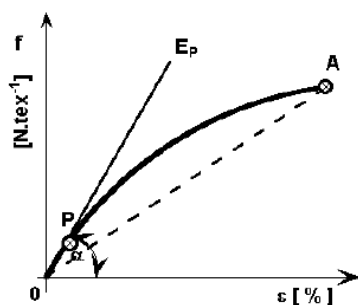
Pevnost a tažnost patří mezi základní mechanické charakteristiky všech typů vláken a přízí. Nejběžnější a jednou z nejdůležitějších mechanicko-fyzikální veličinou je pevnost, která je definována jako okamžik přetrhu příze. Pevnost je úzce spjata se zákrutem příze. Zachytává okamžik destrukce, ke kterému dochází v nejslabším a nejméně pevném místě zatěžované části příze. V dlouhém úseku příze je možnost, že se vyskytne aspoň jedno slabé místo, které bude mít nižší pevnost [2]. V praxi se nejvíce využívá absolutní pevnost v tahu a poměrná (relativní) pevnost. Absolutní pevnost je definována jako hodnota okamžiku přetržení vlákenného materiálu. Přetrhavost závisí nejen na středních hodnotách, ale i na variabilitě pevnosti a osově síle. Staplové příze obsahují vlákna určité délky a při tahovém namáhání mohou vlákna prokluzovat, a tak přenášet menší sílu, což se projevuje ve snížení pevnosti.

Pevnost příze je určena upínací délkou, rychlostí čelistí trhačského přístroje, dále pevností samotného vlákenného materiálu a strukturálními faktory – zejména zákrutem, stupněm napřímení vláken, migrací vláken a dalšími vlivy. Poměrná pevnost je vyjádřena jako poměr absolutní pevnosti a jemnosti.

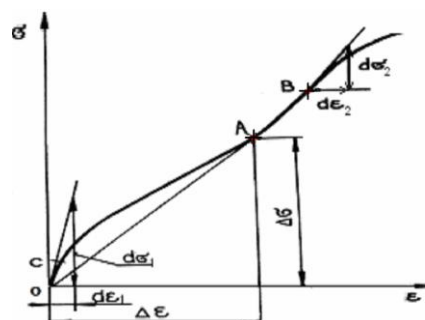
Hodnoty pevnosti a tažnosti jsou sice základními charakteristikami všech typu vláken a přízí, ale nepopisují dostatečné změny, ke kterým v přízi (případně ve vlákně) dochází v průběhu tahové zkoušky. Proto je důležité sledovat i průběh a výsledný tvar tahové křivky.

Standardní dynamometry (Instron, Tiratest, Vibrodyn) zaznamenávají průběh jednotlivých tahových zkoušek. Ze souřadnic tahových křivek lze tedy zpětně vykreslit průběh deformace nebo s nimi dále pracovat.

Grafické znázornění závislosti mezi tahovou silou potřebnou na přetrhnutí příze a prodloužení příze se nazývá tahová křivka obr.1. Konstrukce průměrných tahových křivek se realizuje ze soustavy tahových křivek jednotlivých přízí. K přetrhu přízí dochází při různých hodnotách tažnosti a poměrné pevnosti. Minimální hodnoty těchto veličin se stávají limitujícími pro průměrnou tahovou křivku. Ze soustavy jednotlivých tahových křivek se vytvoří soubor průměrných bodů. Přeložením křivky přes tyto průměrné body vzniká průměrná tahová křivka. Na obr. 2 je znázorněno schéma s rozбором modulů tahové křivky. Počáteční modul pružnosti  $E_p$  je definován strmostí pracovní křivky při nulové deformaci, je to první derivace funkce tahové křivky, jinými slovy směrnice tečny ke křivce v počátku  $E_p = d\sigma_1/d\epsilon_1$ . Tangentový modul je definován strmostí pracovní křivky při nenulové deformaci  $E_t(B) = d\sigma_2/d\epsilon_2$  a sekantový modul  $E_s$  je v libovolném bodě definován směrnici přímky spojující počátek s tímto bodem pracovní křivky.  $E_s(A) = \Delta\sigma/\Delta\epsilon$ . Tangentový a sekantový modul lze definovat v každém bodě pracovní křivky (kromě počátku) [3].

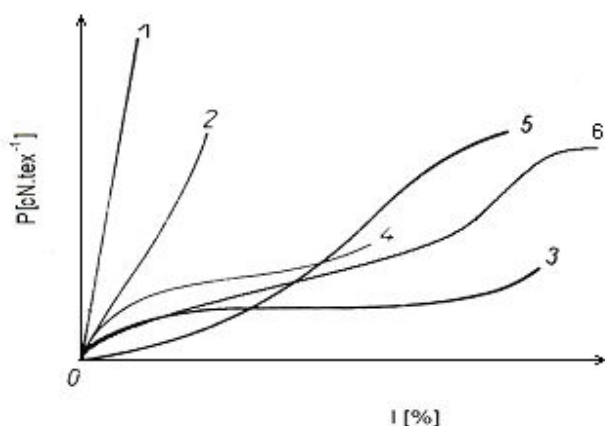


Obr. 1 Tahová křivka, převzato [5]



Obr. 2 Rozbor modulů tahové křivky

Na obr. 3 jsou znázorněny jednotlivé tahové křivky pro různé materiály.



Obr. 3 Pracovní diagram pro různé typy vláken. 1 – len, 2 – bavlna, 3 – vlna, 4 – viskóзовé hedvábí, 5 – polyamid, 6 – polyester, převzato [3]

Čím je křivka strmější (křivky 1,2), tím větší má materiál odpor proti deformaci. Vlákná mají velkou pevnost. Jestliže jsou jejich tažnosti malé, jsou tato vlákna křehká. Při vyšší tažnosti (křivky 3,4,5,6), je materiál poddajnější a houževnatější. Vlákná jsou tažná a mají nízkou pevnost. Vlákná s vyšší pevností jsou tažná a houževnatá.[3]

Běžnou a pro textilní praxi vhodnější je použití tzv. poměrné pevnosti.

$$R = \frac{F}{T} \text{ [N tex}^{-1}\text{]} \quad (1)$$

kde  $R$  je poměrná pevnost v tahu v  $\text{[N tex}^{-1}\text{]}$ ,  $F$  je absolutní pevnost v tahu v  $\text{[N]}$ ,  $T$  je jemnost příze v  $\text{[tex]}$ . [4]

Tažnost příze je charakterizována jako celkové poměrné prodloužení při přetrhu, které vyjádříme podle vztahu.

$$\varepsilon = \frac{l_p - l_o}{l_o} 10^2 \text{ [%]} \quad (2)$$

kde  $\varepsilon$  je tažnost v  $\text{[%]}$ ,  $l_p$  je max. vzdálenost čelistí v okamžiku přetrhu v  $\text{[m]}$  a  $l_o$  je původní vzdálenost čelistí v  $\text{[m]}$ . [4]

Pod pojmem napětí  $\sigma$  [Pa] rozumíme absolutní sílu  $F$  [N] přepočítanou na plochu průřezu vzorku  $S$  [m<sup>2</sup>]. Napětí, které je potřeba k přetrhu příze, se nazývá napětí do přetrhu (pevnost v tahu). Než k přetrhu materiálu dojde, je protažen o určitou délku (napětí do přetrhu). Jelikož plocha průřezu nitě je obtížně zjistitelná, přepočítává se absolutní síla  $F$  [N] na jemnost vzorku  $T$  [tex]. V tomto případě bychom měli poměr mezi silou do přetrhu a jemností šicí nitě nazývat poměrnou pevností  $f$  [N.tex<sup>-1</sup>]. [5]

$$f = \frac{F}{T} \text{ [ N.tex}^{-1} \text{ ]} \quad (3)$$

Pro zjišťování pevnosti a tažnosti používáme trhací přístroj Instron 4411, na kterém se provádí zkouška tažnosti a pevnosti. Přístroj je určen k zjišťování mechanických vlastností délkových a plošných textilií. Lze realizovat jednoosé namáhání tlakem, tahem a ohybem. Model je založen na principu pevnosti nejslabšího článku, kde pevnost základního článku je určena experimentálně. Měří se pevnost příze na standardních a krátkých upínacích délkách (0-35cm). Metoda je vhodná pro všechny druhy přízí bez ohledu na použitou technologii výroby, surovinu a strukturu. Pro měření na krátkých upínacích délkách je přístroj vybaven automatem pro podávání a upínání přízí. [6]

Nevýhodou všech trhacích zkoušek je nekontinuální způsob provedení zkoušky. Na trhacích strojích je vždy proměřena jen určitá, většinou malá část délky příze, přičemž konečné výsledky jsou založeny na statistickém vyhodnocování. Nevýhodou tohoto klasického způsobu měření pevnosti a tažnosti při přetrhu je, že silové namáhání způsobující přetrh příze se nevyskytuje při běžném užívání textilií, ani při jejich výrobě a prodloužení při skutečně používaném namáhání příze není zjištěna.

Pevnost, tažnost a další vlastnosti můžeme zjišťovat také na přístroji CTT LH-401. Tento přístroj umožňuje zjišťovat dané vlastnosti na běžící přízi.

CTT – Constant Tension Transport (Lawson-Hemphill) je unikátní multifunkční přístroj, který umožňuje měřit souhrn geometrických a dynamicko - mechanických vlastností vláken (monofilů), svazků vláken (multifilů) a staplových přízí, také umožňuje měřit přírodní i syntetické příze, včetně uhlíku, skla nebo smíšených přízí, které nemohou být testovány na běžných přístrojích.

Tento přístroj nabízí každému uživateli eliminovat vysoké náklady na provoz. Každá příze je testována při stanovené délce na předem určené napětí od 2 do 700 g a rychlosti od 20 do 360 m/min., to poskytuje nejbližší zkušební podmínky při běžném zpracování příze.

Na přístroji je možno měřit s využitím optického senzoru hmotnou nestejnomyšnost, počet slabých míst, silných míst, nopků, průměr a chlupatost příze. Výsledkem jsou také dynamické veličiny jako je pevnost, tažnost a sráživost, třecí vlastnosti, oděr a podíl krátkých vláken při oděru. Tyto dynamické veličiny mohou lépe vypovídat o chování nití při dalším zpracování a užití. [13]

Přístroj se skládá z následujících modulů

- základní jednotka CTT zajišťuje konstantní napětí při dynamickém namáhání,
- optický modul s kamerou – CTT Camera Application,
- stojan pro testovací modul - CTT Test Modul Stand,
- ACE Entanglement - test pro měření charakteristik např. vzduchem tvarovaného hedvábí, kde je možné testovat průměr a počet zapletených míst a jejich variabilitu. Průměr hedvábí je důležitou charakteristikou pro volbu konstrukce tkaniny (maximální počet nití na délku tkaniny, poróznost), intenzita provření hedvábí při tvarování ovlivňuje jeho geometrii i mechanické vlastnosti
- YAS Yarn Analysis - software pro stanovení vad příze a průměru a pro simulaci defektů
- YAT Yarn Abrasion Tester – zařízení pro měření oděru délkových textilií což souvisí s údržbou a životností textilií
- DET dynamic elongation test – zařízení pro měření dynamického zatížení což souvisí s životností textilií
- DTT Friction Tester – zařízení pro měření tření mezi vlákny, svazky vláken a přízemi a tření o kovový nebo keramický kotouč a stanovení koeficientu tření, což souvisí se zpracovatelností
- DSET Dynamic Shrinkage Test – zařízení pro měření tepelné sráživosti textilií, což souvisí se zpracovatelností
- LGT Lint Collection Test – zařízení pro měření podílu krátkých a odstávajících vláken, které se odstraní při tření příze o elementy tkacích a pletacích strojů, což souvisí se zpracovatelností a kvalitou výrobku [13],[15]

Software pro CTT je jednoduchý a poskytuje kompletní soubor statistik z každé zkoušky.

Oproti přístroji Instron 4411 se měření provádí na běžící přízi, což se velmi podobá reálnému zpracování příze, např. soukání.

#### 2.1.1.1 Variabilita a její 95% IS pevnosti a tažnosti

Aritmetický průměr  $\bar{x}$  je součtem všech hodnot  $x_1, x_2, \dots, x_n$  vydělený jejich počtem  $n$ .

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad [-] \quad (4)$$

Rozptyl  $s^2$  je průměr čtverců odchylek od průměru. Udává, jak hodně náhodná veličina  $x_i$  kolísá kolem střední hodnoty  $\bar{x}$ .

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad [-] \quad (5)$$

Druhá odmocnina z rozptylu se nazývá směrodatná odchylka, která udává, jak moc se od sebe navzájem liší hodnoty v souboru zkoumaných čísel. Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou podobné a naopak.

$$s = \sqrt{s^2} \quad (6)$$

Variační koeficient je užitečnou mírou relativního rozptýlení dat. Je definovaný jako podíl směrodatné odchylky  $s$  a průměru  $\bar{x}$ . Čím je variační koeficient nižší, tím je větší homogenita souboru. Udává se v procentech.

$$v = \frac{s}{\bar{x}} * 100 \quad [\%] \quad (7)$$

kde  $v$  je variační koeficient [%],  $s$  je směrodatná odchylka [-] a  $\bar{x}$  je průměr [-]

Jednotlivé naměřené hodnoty díky své nahodilosti vzájemně kolísají a kolísají i vypočtené hodnoty výběrových charakteristik (průměr, rozptyl). Výsledné hodnoty parametru (střední hodnota, rozptyl souboru) leží uvnitř určitého intervalu, jehož velikost je závislá na přesnosti, se kterou byly stanoveny příslušné hodnoty výběrových charakteristik. Pro vyhodnocování výsledků 95% intervalu spolehlivosti v textilním průmyslu, lze použít standartní výpočet.

$$IS = \bar{x} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

kde  $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$  je kvantil Studentova t-rozdělení s (n-1) stupni volnosti,  $\bar{x}$  je průměr [-],  $s$  je směrodatná odchylka [-],  $n$  je počet naměřených hodnot [17]

#### **2.1.1.2 Parametry ovlivňující pevnost a tažnost**

Celá řada vlivů plynoucích z vlastností materiálu i struktury vyrobené příze se promítá do pevnosti a tažnosti příze.

Konečné chování příze v sobě shrnuje děje probíhající uvnitř jednotlivých vláken i mezi nimi. Na vlastnosti příze má vysoký vliv vzájemné uspořádání a spolupůsobení vláken v přízi (struktura příze).

Výsledným produktem tvorby příze je struktura příze. Jedná se o složitý soubor prostorových a fyzikálních vztahů. Podle toho lze na strukturu pohlížet jako na strukturu geometrickou či fyzikální.[7]

Pevnost a tažnost vlákenného materiálu nejvíce ovlivňuje druh materiálu, jemnost, technologie výroby příze (zákrut a s tím související zaplnění), průměr, délka staplových vláken v přízi, upínací délka a rychlost zatěžování příze při tahové zkoušce.

##### **2.1.1.2.1 Jemnost příze**

Jemnost příze podle normy ČSN EN ISO 2060 nazýváme délkovou hmotností definovanou poměrem mezi hmotností příze a její délkou. Podobně jako vlákna jsou



příze a nitě definovány jako délkové textilie, jejichž jeden rozměr (délka) se řádově liší od druhého rozměru (tloušťky). Můžeme rozlišovat vyjadřování hmotnostní a délkové. Jemnost je charakterizována jako hmotnost příze vztažená na její délku. Jednotkou délkové hmotnosti je 1 tex [7].

$$T = \frac{m}{l} = \frac{\rho V_v}{l} = S\rho \quad [\text{tex}] \quad (9)$$

kde  $T$  je jemnost příze v [tex],  $m$  je hmotnost příze v [g],  $l$  je délka příze v [km],  $\rho$  je měrná hmotnost vláken v [ $\text{kg m}^{-3}$ ],  $V_v$  je objem vláken v [ $\text{m}^3$ ] a  $S$  je sumární plocha příčného řezu vláken v [ $\text{mm}^2$ ] [1].

Čím vyšší je hrubost (jemnost) příze, tím vyšší by měla být pevnost příze.

#### 2.1.1.2.2 Zákrut

Principem zpevnění vláken ve vlákenném svazku je zvýšení jejich kontaktů, vzájemné přitlačení vláken k sobě a tím také zvýšení tření mezi vlákny. Zákrut vyjadřuje počet otáček, které vloží zakrucovací pracovní orgán (vřeten, křídlo, rotor u bezvřetenového předení, atd.) do rovnoměrného vlákenného svazku  $N$  otáček za jednotku času. Vlákenný útvar je zákrutem zpevňován a vzniká příze. Zákrut příze je dán počtem otáček vložených do jednotlivé délky. Se zvyšujícím se zákrutem se pevnost příze zvětšuje. Stoupání pevnosti je však omezeno. Při dosažení kritického zákrutu se pevnost zvětšováním zákrutu nezvyšuje, ale naopak nejprve mírně a poté prudce klesá. Z toho vyplývá, že jen v jistém rozmezí můžeme velikostí zákrutu ovlivňovat pevnost příze. Kritický zákrut je hodnota, kde je pevnost příze nejvyšší. S počtem zákrutů se mění i některé vlastnosti příze, např. průměr, tvrdost, měkkost i efektivnost spřádacího procesu.

Podle směru zakrucování urovnaného vlákenného svazku označujeme zákrut jako pravý (Z) a levý (S). [14].

Strojový zákrut přízí lze vyjádřit

$$Z = \frac{n}{v} \text{ [m}^{-1}\text{]} \quad (10)$$

kde  $Z$  je počet zákrutů v  $[\text{m}^{-1}]$ ,  $n$  jsou otáčky zákrutového ústrojí v  $[\text{min}^{-1}]$  a  $v$  je odváděcí rychlost v  $[\text{m min}^{-1}]$ .

Zkrácení původní délky je dáno vztahem

$$\Delta l = l_0 - l_1 \text{ [mm]} \quad (11)$$

kde  $\Delta l$  je změna délky v  $[\text{mm}]$ ,  $l_0$  je upínací délka v  $[\text{mm}]$  a  $l_1$  je délka po přikroucení příze v  $[\text{mm}]$ .

Seskání přízí je definováno dle vztahu

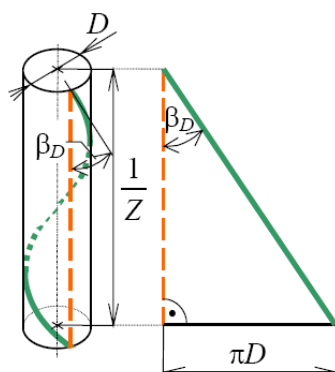
$$\delta_s = \frac{\Delta l}{l_0} 10^2 \text{ [%]} \quad (12)$$

kde  $\delta_s$  je seskání příze v  $[\%]$ ,  $\Delta l$  je změna délky v  $[\text{mm}]$  a  $l_0$  je upínací délka v  $[\text{mm}]$ .

Uvažujme, že povrchová vlákna (na válci příze o průměru  $D$ ) mají tvar šroubovice s úhlem sklonu vlákna  $\beta_D$ , výška jednoho ovinu je  $1/Z$ , rozvinutím pláště válce vznikne (znázorněný) trojúhelník, z něhož plyne

$$\text{tg} \beta_D = \frac{\pi D}{(1/Z)} = \pi D Z \quad (13)$$

kde  $D$  je průměr příze v  $[\text{mm}]$ ,  $Z$  je zákrut příze v  $[\text{m}^{-1}]$ ,  $\text{tg} \beta$  je intenzita zákrutu v  $[-]$ , podle [10]



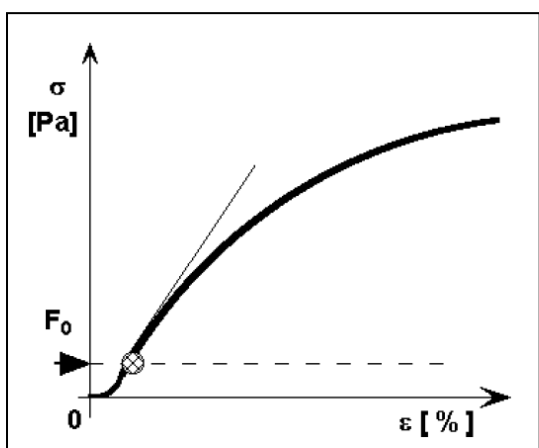
Obr. 4 Šroubovicový model příze, převzato [10]

### 2.1.1.2.3 Upínací délka

K přetrhu materiálu dochází vždy v nejslabším místě. Trháme-li malý úsek, je malá pravděpodobnost, že se zde vyskytne slabé místo, oproti případu, kdy trháme dlouhý úsek. To znamená, že pevnost téhož materiálu bude při malé upínací délce pravděpodobně větší, než pevnost zjišťovaná na větší upínací délce. Lze očekávat, že s rostoucí upínací délkou příze na trhacím přístroji roste počet slabých míst a klesá průměrná pevnost příze. U přízí a nití je upínací délka většinou stanovena  $l_0 = 500$  mm. [5]

### 2.1.1.2.4 Předpětí

Při provádění tahové zkoušky je podle normy nastavováno předpětí tzn. vlákna jsou zatěžována malou silou  $F_0$ . Předpětí by mělo před začátkem tahové zkoušky vyrovnat zvlnění příze upnuté do čelistí. Toto předpětí se pak, ale projeví na tahové křivce, jejíž počátek není v nule, ale je posunut o předpětí na ose y. Jelikož je příze nestejnomořný materiál, není u každé příze toto předpětí stejné. Velikost předpětí je stanovena normou ČSN EN ISO 2062. Přístroj nejprve materiál zatíží na určenou hodnotu a teprve pak začne měřit. [5]

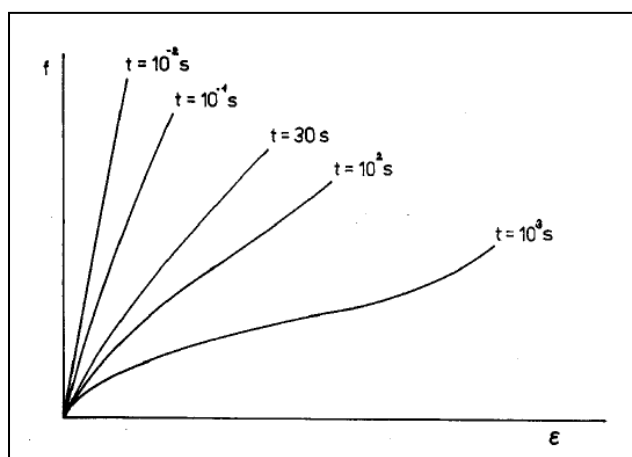


Obr. 5 Předpětí příze, převzato [5]

### 2.1.1.2.5 Rychlost zatěžování

Zásadní vliv na měření pevnosti v tahu má rychlost zatěžování. Rychlost zatěžování přize ovlivňuje dynamiku procesu deformace a silového působení. S rostoucí rychlostí zatěžování roste úroveň pevnosti a klesá tažnost viz. obr.6.

Se snižující se zátěžovou rychlostí a zkracováním trhací doby se tvar zatěžovací křivky mění směrem k přímkovému tvaru. Ztrácí se její skluzová oblast a roste počáteční modul, který charakterizuje elastickou deformaci.



Obr. 6 Závislost úrovně pevnosti a tažnosti na rychlosti zatěžování, převzato [5]

Standardní rychlost zatěžování je většinou normována v době trvání zkoušky řádově desítek sekund. Norma ČSN EN ISO 5079 uvádí např. rychlost provedení zkoušky u vláken 10 mm/min. Materiál by měl být natahován takovou rychlostí, aby se přetrhl do 20 $\pm$ 3 sekundy.[5]

### 2.1.1.2.6 Vliv klimatických podmínek na mechanické vlastnosti

Klimatické podmínky ovlivňují výsledky měření mechanických vlastností zásadním způsobem. Vlastnosti textilních vláken a textilií se mění podle toho jaká je jejich vlhkost, ta ovlivňuje pevnost vláken řádově o jednotky až desítky procent. Vlivem vlhkosti vlákna bobtnají, mění se jejich hmotnost, která je důležitá při obchodování a pro stanovení jemnosti. Vlhkost také ovlivňuje mezivláknennou soudržnost. Skoro ve všech případech tažnost se stoupající vlhkostí stoupá a pevnost klesá. Výjimku tvoří přírodní celulósová vlákna, která se stoupající vlhkostí zvětšují

svoji pevnost. Naproti tomu velmi podstatně snižují svoji pevnost za mokra vlákna z regenerované celulózy. Standardní klimatické podmínky pro přípravu vzorku jsou vlhkost vzduchu  $65\pm 2$  [%] a teplota vzduchu  $20\pm 2$  [°C].

## **2.2 TVORBA PŘÍZE**

Během technologického procesu spřádání je nutné vlákna zpevňovat pomocí zákrutů (trvalý zákrut, nepravý zákrut). Trvalý zákrut, bývá u jednoduchých přízí častější a vzniká buď na klasickém dopřádacím prstencovém stroji nebo na rotorových dopřádacích strojích. Tento typ zákrutu dodá výrobku větší pevnost, než zákrut nepravý, vzniklý zaoblováním. Zákruty jsou popsány v kapitole 2.1.1.2.2.

### **2.2.1 Viskóзовá vlákna**

Viskóзовá vlákna tvoří 80% chemických vláken z přírodních polymerů. Viskóza je regenerovaná celulóza, je to surovina k výrobě umělého hedvábí a celofánu. Jako surovina pro výrobu viskóзовých vláken se používá smrkové nebo bukové dřevo, které se mletím převádí na celulóзовou drť. Viskóзовá vlákna se chovají podobně jako bavlna. Základním rozdílem oproti bavlněným vláknům je malá odolnost vůči alkáliím (i opakovanému praní) a nemožnost klasicky mercerovat. Výrobky z viskóзовých vláken jsou lesklé, mají dobrou savost, příjemný omak. Při vyšších teplotách se však snadno sráží, za mokra mají nízkou pevnost a nejsou odolné proti biologickým vlivům. Viskóзова stříž se snadno mísí s bavlnou, vlnou nebo syntetickými vlákny. Viskóзовé hedvábí se používá u všech výrobků, které mají mít vlastnosti podobné přírodnímu hedvábí. Příze se nejčastěji používá k výrobě tkanin na vrchní ošacení (halenky, šatovky..).

## **2.3 SPŘÁDACÍ TECHNOLOGIE**

Účelem dopřádání je z předlohy vyrobit přízi. U klasického dopřádání je předlohou přást a v případě nekonvenčního způsobu dopřádání je předlohou pramen.

2 hlavní způsoby dopřádání:

- 1) klasické (prstencový dopřádací stroj –PDS, kompaktní předení )
- 2) nekonvenční (rotorový dopřádací stroj, tryskové dopřádání,...)

### 2.3.1 Klasické dopřádání

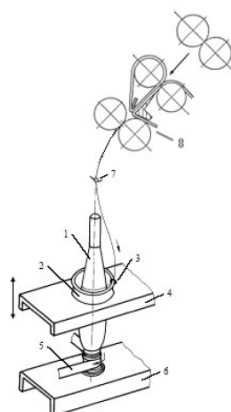
#### 2.3.1.1 Prstencový dopřádací stroj

Prstencový dopřádací stroj byl vynalezen ve 30. letech 19. století a je dosud nejužívanějším zařízením k výrobě staplových přízí.

Při klasickém způsobu dopřádání se používá prstencový dopřádací stroj, který tvoří závěrečný stupeň výroby příze. Tento dopřádací stroj pracuje kontinuálním způsobem, tzn. průtah i zákrut probíhají současně.

Účelem je zjemnit předlohu (přást) průtahem, zákrutem zpevnit výslednou vláknennou stužku a nakonec přízi navinout na potáč.

Princip: Na každé přádní jednotce se (shora) předkládá přást z křídlového předpřádacího stroje průtahovému ústrojí se dvěma nebo třemi páry válečků. Z průtahového ústrojí vychází slabý pramínek vláken, který je třeba zpevnit. Zákrut – trvalý – se vkládá v oblasti odváděcích válečků PÚ. Pohyb běžce po prstenci je vyvozen od otáčení vřetene prostřednictvím tahu příze, neboť příze je provlečena očkem, rotuje spolu s běžcem a navíjí se na dutinku. Vlivem tření běžce o prstenec se běžec zpožďuje za vřetenem – díky tomu se příze navíjí na dutinku nasazenou na vřetenu, vytváří tzv. potáč. Schéma systému vřeteno, prstenec, běžec je znázorněno na obr. 7 [11]



- 1 ... vřeteno s potáčem
- 2 ... prstenec
- 3 ... běžec
- 4 ... prstencová lavice
- 5 ... vřetenová lavice
- 6 ... hnací pásek
- 7 ... vodící očko (vodič)
- 8 ... průtahové ústrojí

Obr. 7 Schéma – prstencový dopřádací stroj, převzato [16]

Zvětšováním zákrutu pevnost příze stoupá. Stoupání pevnosti je však omezeno. Při dosažení kritického zákrutu se pevnost zvětšováním zákrutu nezvyšuje, ale naopak klesá. Z toho vyplývá, že jen v jistém rozmezí můžeme velikostí zákrutu ovlivňovat pevnost příze.

Ve firmě Kümpers Textil Plavy byla prstencová příze vypředena na prstencovém dopřádacím stroji Zinser 319 SL.

### 2.3.1.2 Kompaktní předení

Dopřádání na PDS, které má upravený systém (průtahové ústrojí: průtah - vřeteno).

Princip tvorby příze je stejný jako na klasickém prstencovém dopřádacím stroji. Odváděcí váleček PÚ a přidavný sací systém umožňuje zhuštění vláken, výsledná příze má lepší užité vlastnosti.



Obr. 8 Schéma PÚ, převzato[12]

Průtahové ústrojí je zakončeno zhušťovací zónou, která se skládá z profilované trubice, mřížkovaného řemínku a horního odváděcího válečku.

V profilované trubici je podtlak vzduchu. V každém spřádacím místě je v trubici štěrba, která se rozšiřuje. K profilované trubici přiléhá mřížkovaný řemínek poháněný horním odváděcím válečkem, který je spojen s předním horním válečkem malým

převodem. Jakmile vlákno opustí svěrnou linii předních válečků, je díky vakuu přitlačeno k mřížkovému řemínku. Vlivem podtlaku vzduchu se vlákno semknou a zhustí. Mřížkovaný řemínek dopravuje semknutá vlákna k odváděcí svěrné linii.

Kompaktní příze jsou velmi těsné (neprodyšné), hladké, velmi pevné, v porovnání s klasickou prstencovou přízí mají menší chlupatost, vyšší stejnoměrnost, větší odolnost a pružnost, větší odolnost tkaniny při nošení, minimální prašivost [8,12]

### **2.3.2 Nekonvenční dopřádání**

Pod tímto označením se skrývá první a nejrozšířenější způsob dopřádání neortodoxním způsobem. Tato progresivní technologická inovace, jako je rotorové předení, vznikla v Československu.

Bezvřetenová rotorová dopřádací technika má v bavlnářských přádelnách mimořádný význam. Technologie rotorového dopřádání se prosadila v celosvětovém měřítku a představuje výrazný podíl z celkové produkce bavlnářských přízí (přes 50%).

Z hlediska současné etapy vývoje lze konstatovat, že bezvřetenové předení je stále vysoce perspektivní technologií.[4]

Výsledná příze se nazývá bezvřetenová nebo rotorová. Souběžně s rotorovým předením se objevila celá řada nových principů předení, převážně OE typu.

OE-systémy

- a) předení s volným koncem-rotorový (např. typová řada BD - nejpoužívanější)
- b) předení s částečným volným koncem-tryskový

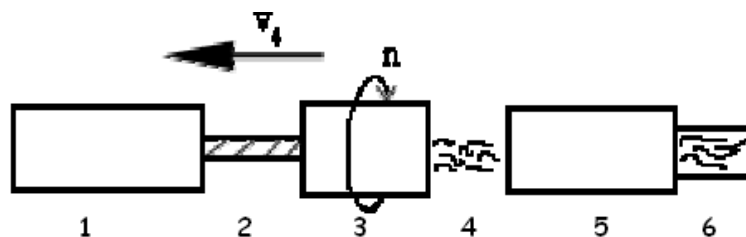
#### **2.3.2.1 Rotorový dopřádací stroj**

Princip OE systému dopřádání odlišný od prstencového – zakrucování je odděleno od navíjení, dochází k přerušení toku materiálu a mezivlákněných sil, při zakrucování nerotuje celý návin, ale pouze tzv. volný konec příze . Jedná se o tzv. předení s volným koncem.[8]



Příze s tzv. volným koncem (rotorové, BD) mají charakteristickou strukturu. Vlákná sledují jistý směr zákrutů, ne tak přesně jako u prstencových přízí a v nepravidelných vzdálenostech se vyskytují tzv. „ovinky“.

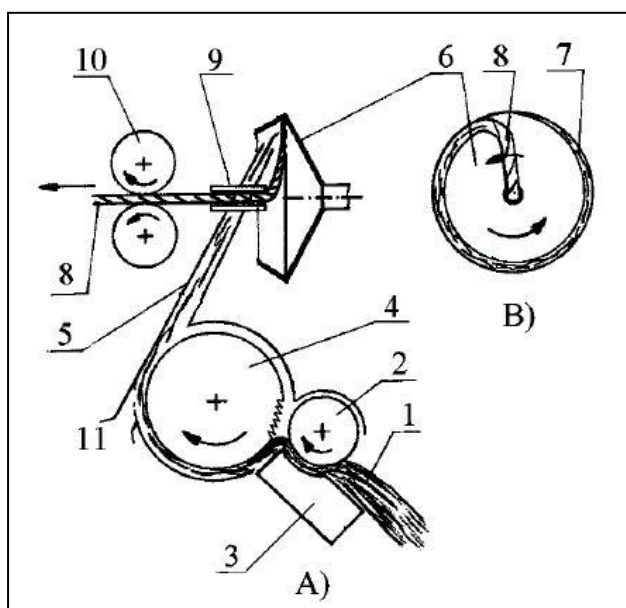
Zdrojem ovinku je vlákno, které dopadne tak, že jedním koncem zasáhne zakrucující se ramínko a druhým koncem uvolněný prostor na vnitřním povrchu rotoru.



Obr. 9 Princip výroby příze s volným koncem, převzato [8]

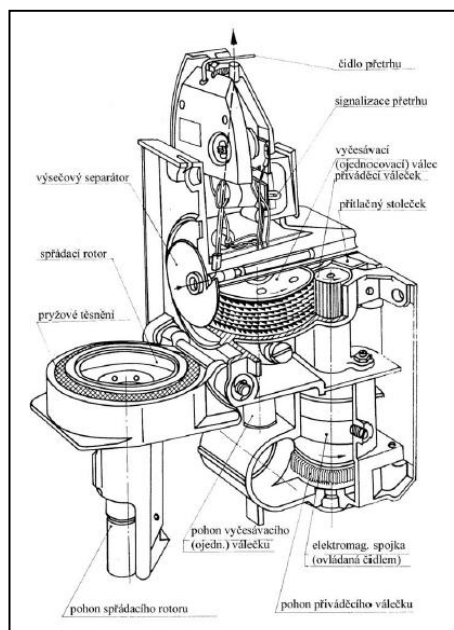
1. Navíjecí ústrojí – navíjení příze na cívku s křížovým vinutím
2. Odtah příze
3. Zakrucovací ústrojí – cyklické družení, zakrucování
4. Doprava vláken – jednotlivá vlákna
5. Sjednocovací ústrojí – ojednocování vláken pramene a podávání
6. Předloha – pramen posukovaný

Pramen je z konve odtahován podávacím válečkem a vstupuje do spřádací jednotky. Pomocí vyčesávacího válečku jsou vlákna rozvolněna a ojednocena. Ojednocená vlákna nebo skupiny vláken jsou dopravovány vyčesávacím válečkem do vzduchového kanálu, kde jsou z povlaku válečku snímána proudem vzduchu a pomocí odstředivých sil. Proud vzduchu unáší vlákna ke skluzové stěně rotoru, po níž vlákna kloužou a dopadají na sběrný povrch rotoru. Na sběrném povrchu rotoru vzniká vlákenná stužka (díky cyklickému družení vláken), která se přikrucuje na volný konec příze. Příze se vytváří navíjením vláken na volný konec příze a přikrucováním ostatních vláken. Výsledná příze je odtahována odváděcími válečky a navíjena na cívku s křížovým vinutím. [8]



- 1...přiváděný pramen
- 2...podávací váleček
- 3...přítlačný stoleček
- 4...vyčesávací váleček
- 5...vzduchový kanál
- 6...rotor
- 7...vlákenná stužka
- 8...odváděná příze
- 9...odtahový kanálek
- 10...odváděcí válečky
- 11...technologický vzduch

Obr. 10 Schéma spřádací jednotky rotorového dopřádacího stroje, převzato [8]



Obr. 11 Schéma spřádací jednotky rotorového dopřádacího stroje, převzato [8]

Rotorová příze byla ve firmě Kumpers Textil Plavy vypředena na rotorovém dopřádacím stroji Schlafhorst AUTOCORO SE 9.

### 2.3.3 Výroba prstencové a rotorové příze v Kumpers Textil Plavy s.r.o.



Obr. 12 Technologický postup výroby prstencové příze ve firmě Kumpers Textil Plavy



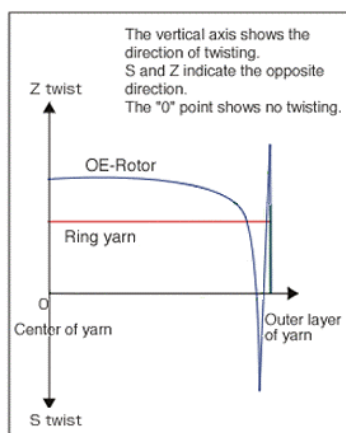
Obr. 13 Technologický postup výroby rotorové příze ve firmě Kümpers Textil Plavy

## 2.4 STRUKTURA A VLASTNOSTI PRSTENCOVÝCH A ROTOROVÝCH PŘÍZÍ

Bezvrětenová příze se liší od příze prstencové nejen strukturou, ale i vzhledem. Příze BD je objemnější, mají vyšší odolnost proti oděru, větší počet zákrutů, lépe se zpracovávají, mají vynikající stejnoměrnost ve vzhledu a v pevnosti, obsahují méně slupek, protože při výrobě dochází k úplnému ojednocení vláken a tím dochází k vypadání nečistot, při mikroskopickém zkoumání zjišťujeme rozdíly uložení vláken na jejím povrchu. Chlupatost u rotorových přízí je větší než u kompaktních přízí. Ovšem prstencové příze mykané mají ještě vyšší chlupatost než příze rotorové.

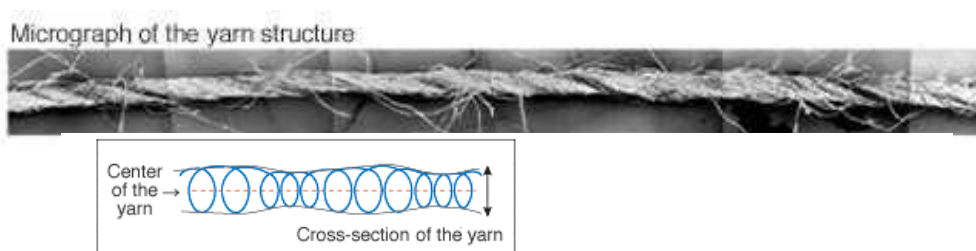
Bylo dokázáno, že tvary vláken jsou v podstatě složitější, než u příze prstencové a že vlákna jsou většinou daleko silněji zapředena v jádru příze.[14]

Na obr. 14 je radiální průběh zákrutů vláken v prstencových a rotorových přízích. Rotorové příze se v důsledku nižší pevnosti běžně předou s vyšším zákrutem a v povrchových vrstvách se objevují příčně ovinutá vlákna, tzv. ovinky (zákrut S i Z). Prstencové příze mají konstantní hodnotu zákrutu vláken.



Obr. 14 Radiální průběh zákrutu přízí v závislosti na průměru příze[9]

Na obr. 15 a obr. 16 jsou porovnané struktury přízí.

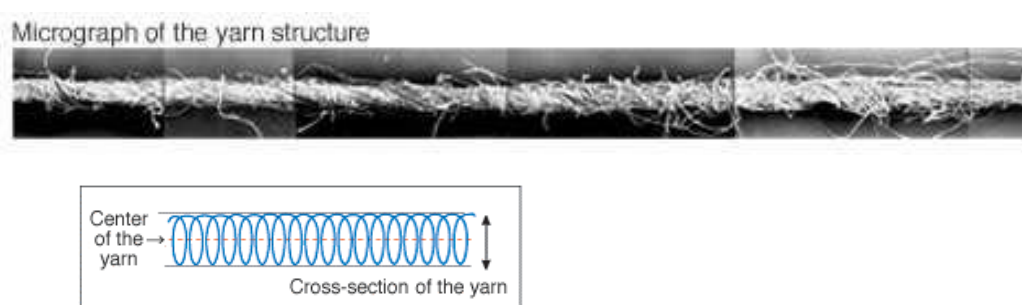


Obr. 15 Struktura zákrutu prstencové příze, převzato [9]

Prstencový dopřádací stroj má průtahové ústrojí, které zajišťuje napřímení a urovnnání vláken do podélného směru.

Naopak u rotorového dopřádání jsou vlákna unášena proudem vzduchu, který nezajistí takové napřímení vláken jako průtahové ústrojí u prstencového dopřádacího stroje. Vlákna jsou tedy méně orientovaná a méně napřímená, což způsobuje, že se vlákna jeví kratší a vytváří se útvar z nejednotné délky vláken.

Svazek rovnoběžných vláken je zakrucován trvalým zákrutem – vlákna jsou uložena ve tvaru „šroubovice“.



Obr. 16 Struktura zákrutu rotorové příze, převzato [9]

Vlákna jsou přikrucována na volný konec příze od jejího povrchu směrem do středu. Některá vlákna ovíjí přízi v jednom místě – tzv. ovinek.

Na obr. 17 je porovnán vzhled příze rotorové a prstencové.



Obr. 17 Vzhled příze prstencové (zelená) a rotorové (modrá), převzato [9]

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro experimentální část byly ve firmě Kümpers Textil Plavy s.r.o. vypředeny 100% viskóзовé prstencové a rotorové příze o jemnostech 16,5 tex, 20 tex a 29,5 tex. Jemnost vláken byla 1,3 dtex a byla dlouhá 38-40mm. Parametry přízí jsou uvedeny v tabulce 1.

Na souboru vzorků bylo nejprve provedeno měření absolutní pevnosti  $P$  [N], poměrné pevnosti  $[N\text{tex}^{-1}]$  a tažnosti  $\varepsilon$  [%]. Tyto hodnoty byly naměřené na přístroji Instron 4411, který byl definován v kapitole 2.1.1.

Další naměřená vlastnost z přístroje CTT LH-401 - Constant Tension Transport bylo prodloužení. Přístroj CTT LH-401 byl blíže definován v kapitole 2.1.1.

Všechny vlastnosti byly proměřené v laboratořích katedry textilních technologií.

Technologie	Materiál	Jemnost [tex]	Jmenovitý zákrut [Z/m]	Phrixův zákrut $[m^{-1} * ktex^{2/3}]$	Koechlinův zákrut $[m^{-1} * ktex^{1/2}]$	Počet cívek
Prstencové příze	100% viskóza	16,5	851	55	109	10
	100% viskóza	20	778	57	110	10
	100% viskóza	29,5	645	62	111	10
Rotorové příze	100% viskóza	16,5	915	59	118	10
	100% viskóza	20	812	60	115	10
	100% viskóza	29,5	642	61	110	10

Tab. 1 Technologické parametry přízí

### 3.1 TESTOVANÉ METODY, PODMÍNKY MĚŘENÍ

Všechny vzorky byly před měřením uloženy v klimatizační komoře KBF 250 dle ČSN 80 0061 po dobu 24 hodin.

Zařízení pro klimatizaci vzorků textilií i jiných materiálů umožňující udržování nastavených podmínek v rozmezí: teplota : 0 – 100°C a relativní vlhkost : 10 – 90%.

Zkoušky byly prováděny za podmínek dle ČSN 80 0056 při teplotě 22+2 °C a vlhkosti 65+2% viz. kapitola 2.1.1.2.6.

Všechny naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány v programu QC-Expert. Tento program umožňuje určit statistické ukazatele – 95% interval spolehlivosti, směrodatné odchylky a rozptyly (viz. kapitola 2.1.1.1).

#### 3.1.1 Jemnost příze

Jemnost příze je definovaná v kapitole 2.1.1.2.1. Měření jemnosti přízí se určuje dle normy ČSN EN ISO 2060. Měření bylo provedeno gravimetrickou metodou na vijáku, který přesně odměřil 100 m příze z cívky. Takto připravený vzorek byl následně zváženy na digitálních vahách a postup byl pětikrát opakován u každého druhu příze. Hodnoty byly dosazeny do vztahu (9). Bylo zjištěno, že jemnosti všech měřených přízí jsou téměř stejné v poměru s hodnotami poskytnuté výrobcem. Hodnoty jemnosti jsou uvedeny v tabulce 2 a 3.

PRSTENCOVÁ PŘÍZE			
Jmenovitá jemnost [tex]	16,5tex	20tex	29,5tex
1	17,2	20,39	29,8
2	16,2	18,9	29,1
3	16,8	19,5	30,1
4	16,28	20,5	30
5	16,2	20,11	28,9
6	16,2	20,1	29,2
7	16,5	19,8	29,3
8	16,8	20,31	30,1
9	17	20,2	29,5
10	16,1	19,9	29,2
Naměřené jemnosti [tex]	<b>16,528</b> <16,42 ; 16,63>	<b>19,971</b> <19,85 ; 20,1>	<b>29,52</b> <29,4 ; 29,64>

Tab. 2 Naměřené hodnoty jemnosti prstencové příze



ROTOROVÁ PŘÍZE			
Jmenovitá jemnost [tex]	16,5tex	20tex	29,5tex
1	16,31	20,1	28,9
2	17,1	20,1	29,6
3	16,25	19,9	29,81
4	16,3	19,78	29,77
5	17,11	19,68	30,02
6	16,55	20	29,56
7	17	20,2	29,5
8	16,43	19,97	29,28
9	16	19,87	29,67
10	16,1	20,3	29,13
Naměřená jemnost [tex]	<b>16,515</b> <16,41 ; 16,62>	<b>19,99</b> <19,94 ; 20,04>	<b>29,524</b> <29,44 ; 29,61>

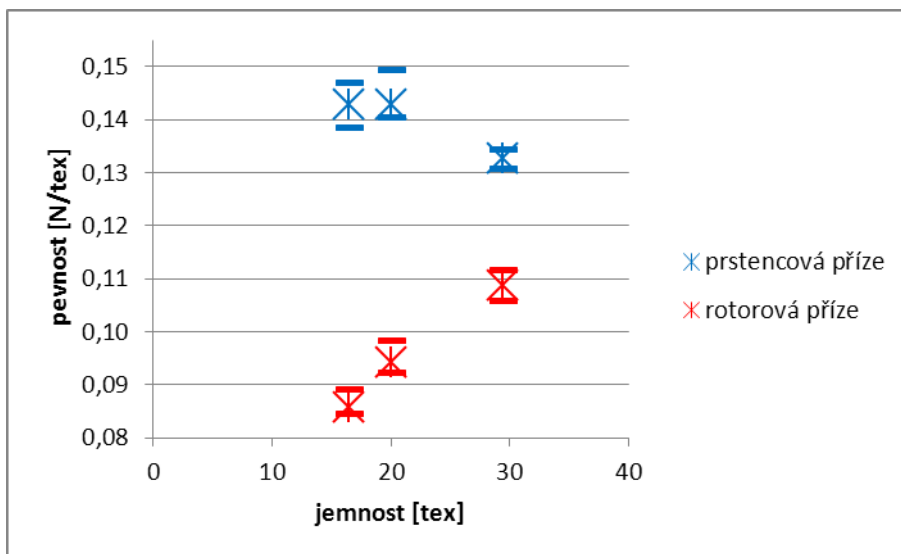
Tab. 3 Naměřené hodnoty jemnosti rotorové příze

### 3.1.2 Klasická metoda zjišťování deformačních vlastností (pevnost a tažnost)

Pevnost a tažnost jsou mechanické vlastnosti a jejich experimentální zjišťování je dáno normou ČSN EN ISO 2062 (80 0700). Snížená pevnost nebo její zvýšená variabilita vede k přetrhům při dalším zpracování. Měření spočívá v silovém působení na zkoušený vzorek až do jeho přetržení.

Pevnost a tažnost příze byla měřena na přístroji Instron 4411 (viz. kapitola 2.1.1). Při měření příze byla na přístroji nastavena upínací délka 500 mm a předpětí 100 N. Bylo provedeno 50 měření z každé cívky.

Na obr. 18 a 20 jsou uvedeny hodnoty koncových bodů v okamžiku přetrhu. Je zde vyjádřena závislost pevnosti a tažnosti příze na její jemnosti, která ovlivňuje strukturální vlastnosti vypřádáných přízí. Na obr. 18 je vidět, že nejnižší hodnotu poměrné pevnosti má rotorová příze s nejnižší jemností. Interval spolehlivosti středních hodnot pevnosti se v případě jednotlivých jemností rotorových přízí nepřekrývají, což znamená, že jemnost ovlivňuje pevnost. Mezi jednotlivými prstencovými přízemi je pevnost statisticky nevýznamná. Těmto trendům odpovídají hodnoty tažnosti.

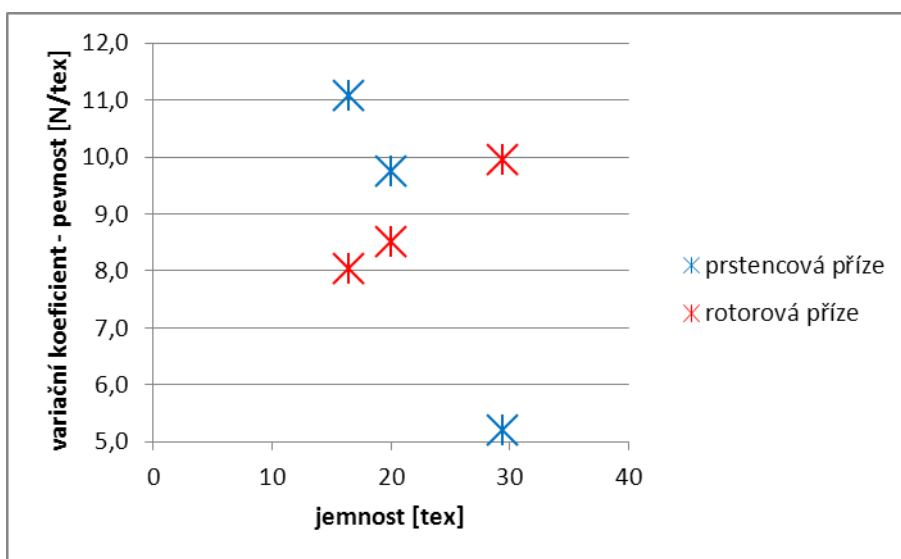


Obr. 18 Pevnost z přístroje Instron 4411

Ze získaných hodnot pevnosti a tažnosti byly vypočteny variační koeficienty podle vztahu (4) a (7). Hodnoty jsou vyneseny v grafech.

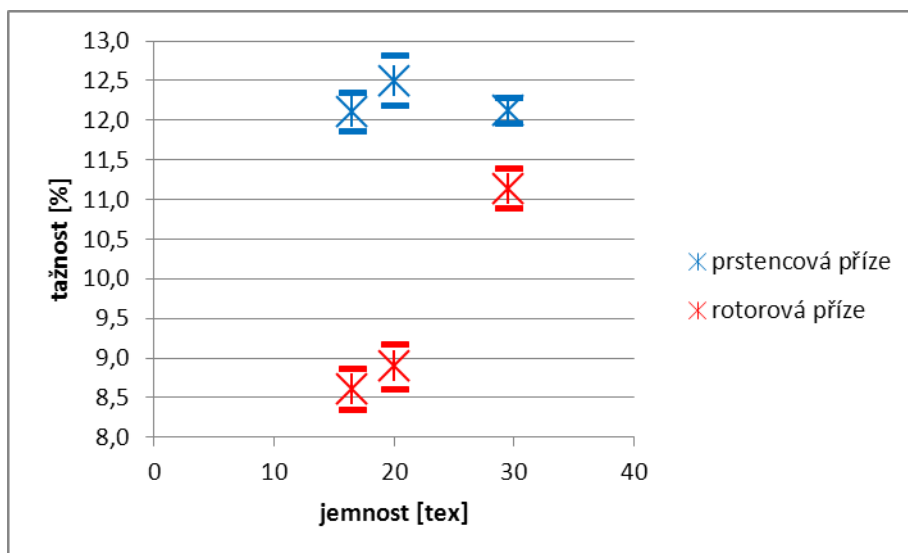
Na obr. 19 můžeme sledovat snižování variability pevnosti prstencové příze a naopak zvyšování variability pevnosti rotorové příze. Fakt, že prstencové příze mají větší homogenitu je dáno vnitřní strukturou této příze.

Na obr. 19 je vidět, že teorie variability pevnosti není potvrzená tzn. rotorové příze by měly mít menší variabilitu, než prstencové. Důležitým faktorem tohoto výsledku je výroba rotorové příze při vysokých otáčkách s malými rotory.



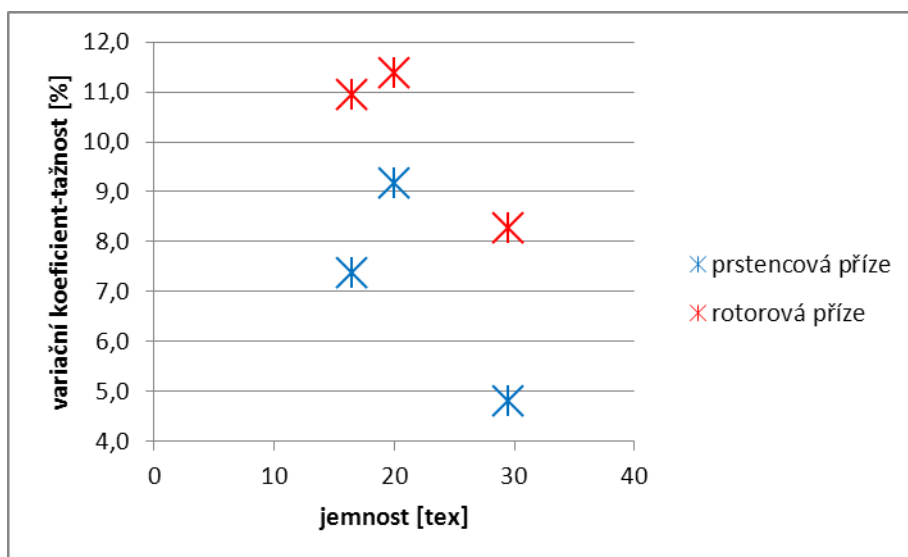
Obr. 19 Variační koeficient pevnosti příze

Z obr. 20 vyplývá, že nejnižší hodnoty tažnosti má opět rotorová příze s nejnižší jemností. Příčinou nižší tažnosti rotorových přízí, i přes použití vyšších otáček a malých průměrů rotoru je, že vysokými otáčkami se stupňuje tahová síla v odtahových cestách a tím se snižuje tažnost (předpínání příze).



Obr. 20 Tažnost z přístroje Instron 4411

Na obr. 21 je uvedeno, že rotorová příze má vyšší variační koeficient tažnosti, než prstencová příze. Z experimentu je vidět, že největší variační koeficient tažnosti má rotorová příze o jemnosti 20 tex a nejnižší má prstencová příze s jemností 29,5 tex.

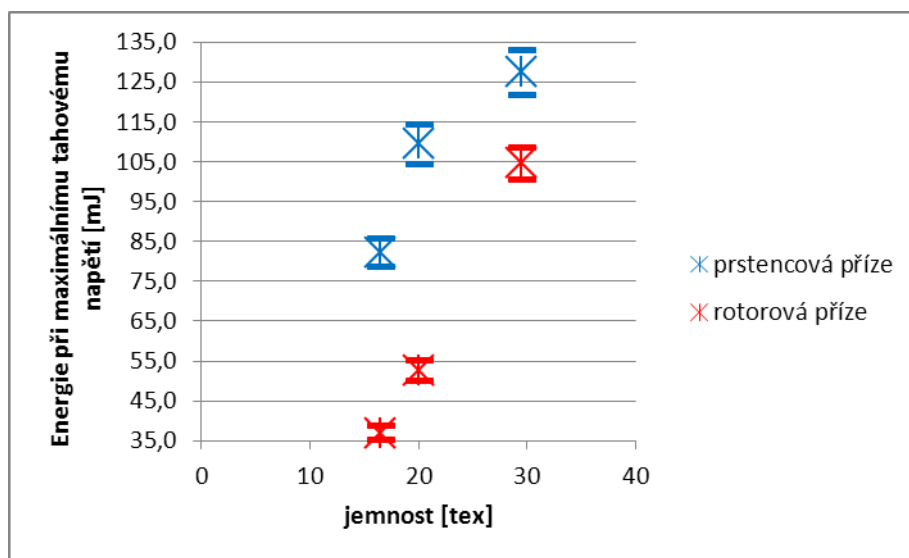


Obr. 21 Variační koeficient tažnosti příze

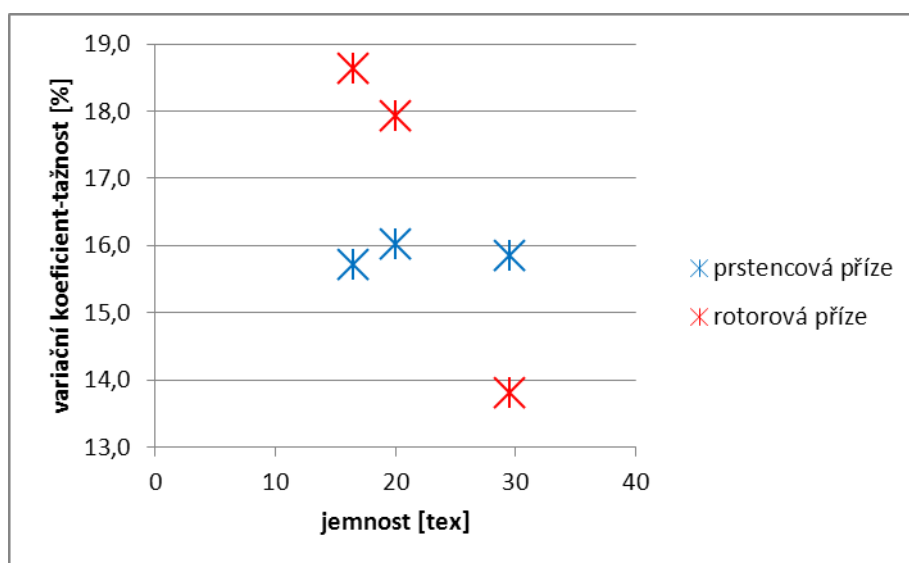
Dynamometr kromě hodnot pevnosti a tažnosti, umožňuje také zjišťovat deformační práci = práce potřebná k přetržení dané příze. Velikost deformační práce je úměrná ploše pracovního diagramu mezi osou prodloužení a křivkou.

Jako pevnost v tahu se označuje maximální hodnota tahového napětí, při které obvykle dojde k přetržení vzorku.

Z obr. 22 vyplývá, že energie při maximálním tahovém napětí rotorové příze je mnohem nižší, než u prstencové příze. Vyplývá to z charakteristik, týkajících se pevnosti a tažnosti těchto přízí. U obou přízí můžeme říci, že se zvyšující se jemností roste i energie při maximálním tahovém napětí.



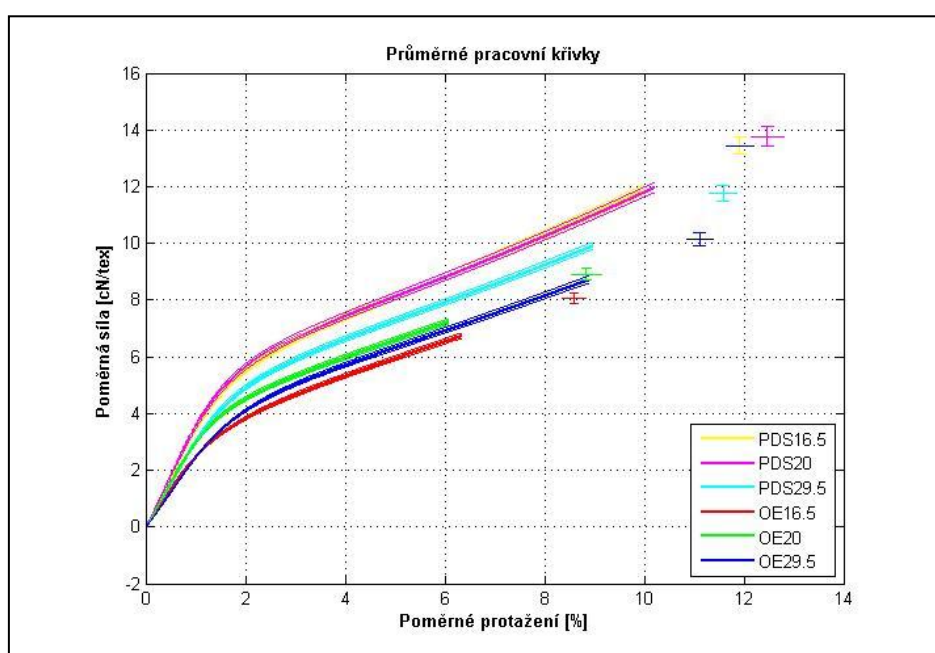
Obr. 22 Energie při maximálním tahovém napětí



Obr. 23 Variační koeficient energie při maximálním tahovém napětí

### 3.1.2.1 Tahové křivky

Pro všechny typy přízí byly stanoveny průměrné tahové křivky v programu Matlab. Tahové křivky jsou blíže vysvětleny v kapitole 2.1.1. Na obr. 24 jsou porovnány prstencové a rotorové příze všech použitých jemností s intervaly spolehlivosti. Každá barevná křivka je vytvořena z průměru 50-ti naměřených hodnot. Křivky vyznačují body přetrhů jednotlivých přízí. Se zvyšující se jemností obou přízí dochází k posuvu tahových křivek doprava. Nejvyšších hodnot specifického napětí dosahuje prstencová příze s jemností 20 tex. U rotorové příze je vidět, že čím je příze jemnější, tím je poměrná síla vyšší.



Obr. 24 Tahové křivky - Průměrné pracovní křivky prstencových a rotorových přízí

Rotorové příze byly vypředeny při relativně vysokých otáčkách rotoru  $n = 92\,800 - 100\,900$  m/min dopřádacího stroje. S rostoucí frekvencí otáčení rotoru je nutné použít malý průměr rotoru, čímž se snižuje míra cyklického druzení a to souvisí s pevností a tažností. Cyklické druzení je poměr obvodové rychlosti ze sběrného povrchu ku odtahové rychlosti. Kdyby se daná příze vyráběla při nižších otáčkách a vyšších průměrech rotoru, byl by předpoklad pro lepší zestejnoměnění příze.

### 3.1.3 Deformační vlastnosti zjišťované na běžící přízi

CTT LH-401 je zcela nový druh přístroje, na kterém se provádí měření na běžící přízi. Tato zkouška velmi dobře simuluje podmínky při technologickém zpracování příze.

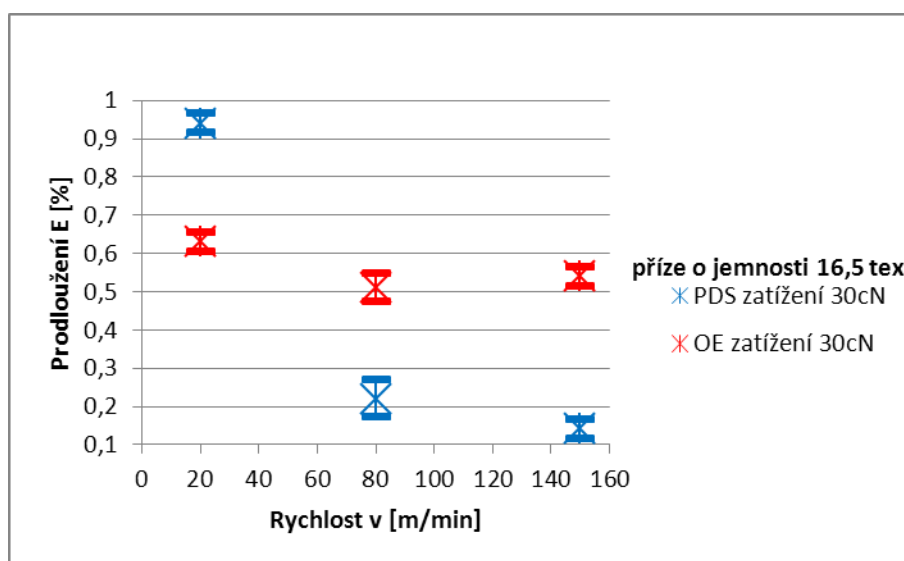
Každá příze je měřena při stanovené délce na předem určené napětí od 2 do 700 g a rychlosti od 20 do 360 m/min., to poskytuje nejbližší zkušební podmínky při běžné výrobě příze, jak už bylo zmíněno v kapitole 2.1.1.

Na přístroji CTT bylo provedeno měření prstencových a rotorových přízí o jemnostech 16,5 tex, 20 tex a 29,5 tex. Na tomto přístroji bylo nastavováno zatížení 30 cN, 50 cN a 80cN a zároveň byla příze u každého zatížení proměřena různými rychlostmi 20 m/min, 80 m/min a 150 m/min.

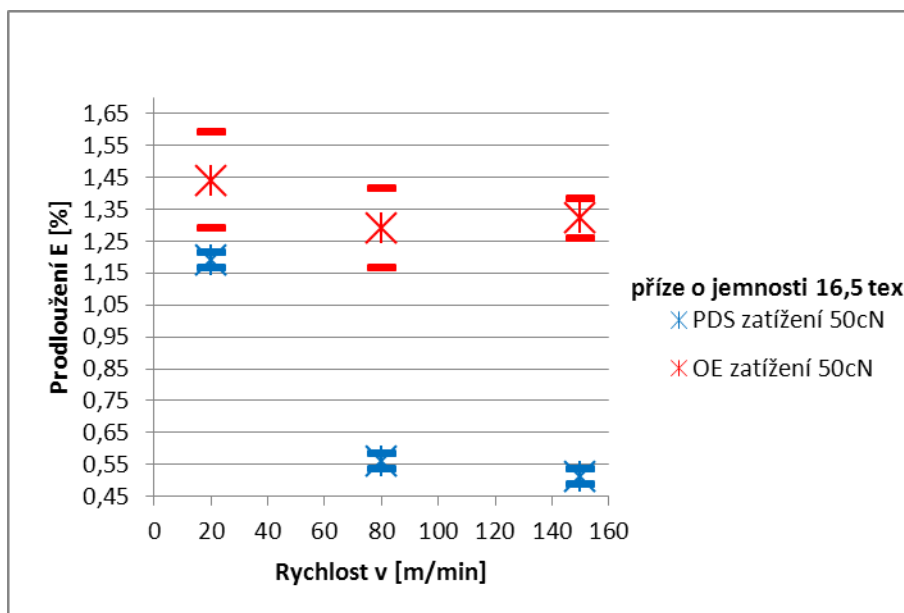
Při zkouškách tažné pevnosti dochází u všech textilních materiálů před přetržením k prodloužení, které se vyjadřuje jako tažnost v procentech. Tažná pevnost je jedna z nejdůležitějších vlastností zejména u technických textilií.

Na obr. 25-27 jsou uvedeny hodnoty prodloužení  $E$  v závislosti na rychlosti  $v$ . Tyto hodnoty byly naměřeny na prstencových a rotorových přízích s jemností 16,5 tex.

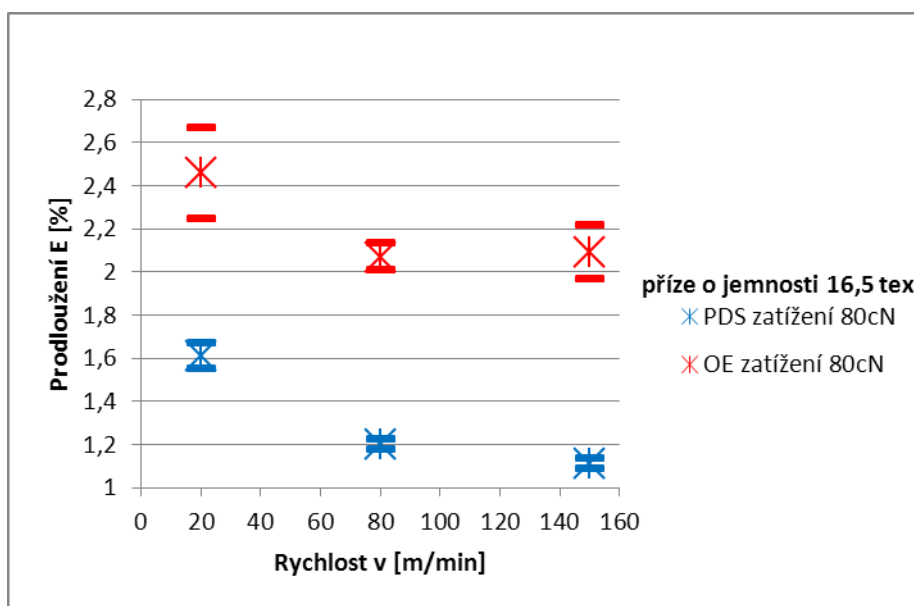
Z obr. 25 vyplývá, že nejnižší hodnoty prodloužení má prstencová příze, která byla naměřena při rychlosti 150 m/min. Rotorová příze s nejmenší rychlostí vykazuje největší prodloužení. Stejně tomu je u obr. 26 a 27.



Obr. 25 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 16,5 tex a zatížením 30cN

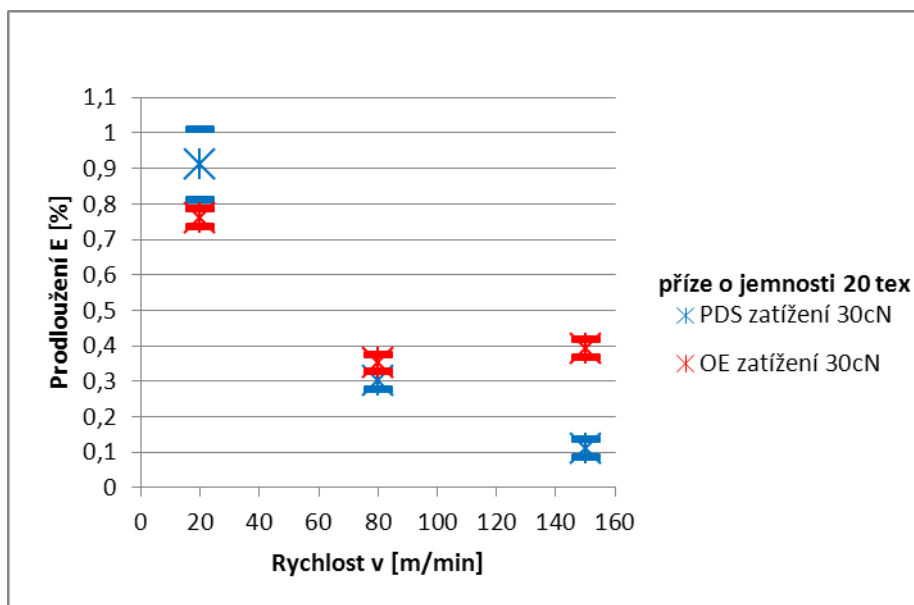


Obr. 26 Prodloužení prstencové a rotorové přzí s jemností 16,5 tex a zatížením 50cN

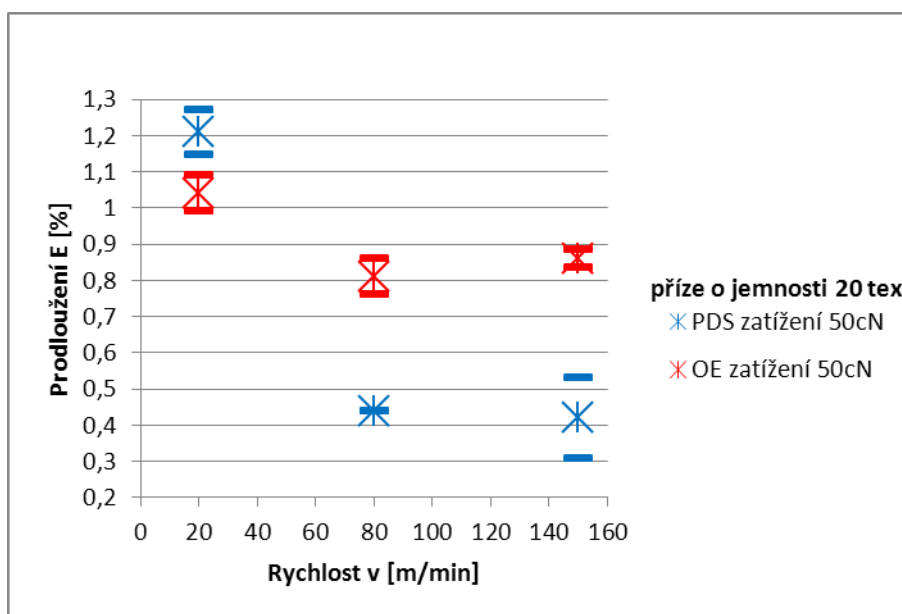


Obr. 27 Prodloužení prstencové a rotorové přzí s jemností 16,5 tex a zatížením 80cN

Na obr. 28 – 30 jsou vyjádřeny hodnoty prodloužení prstencových a rotorových přízí s jemností 20 tex v závislosti na rychlosti. Na obr. 28 bylo na přístroji nastaveno zatížení 30 cN. Můžeme sledovat snižování prodloužení příze se zvyšující se rychlostí. Tento jev můžeme pozorovat i na dalších grafech.

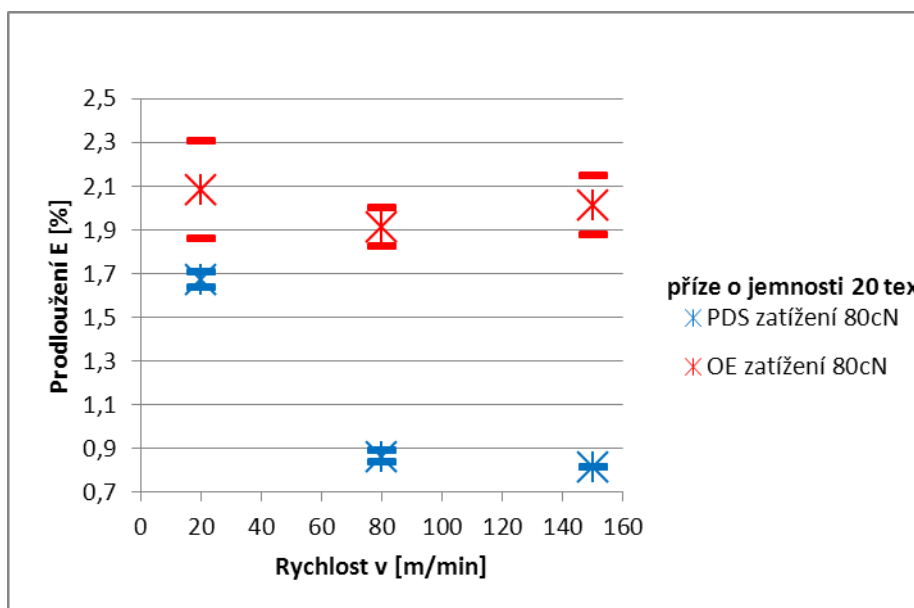


Obr. 28 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 20 tex a zatížením 30cN



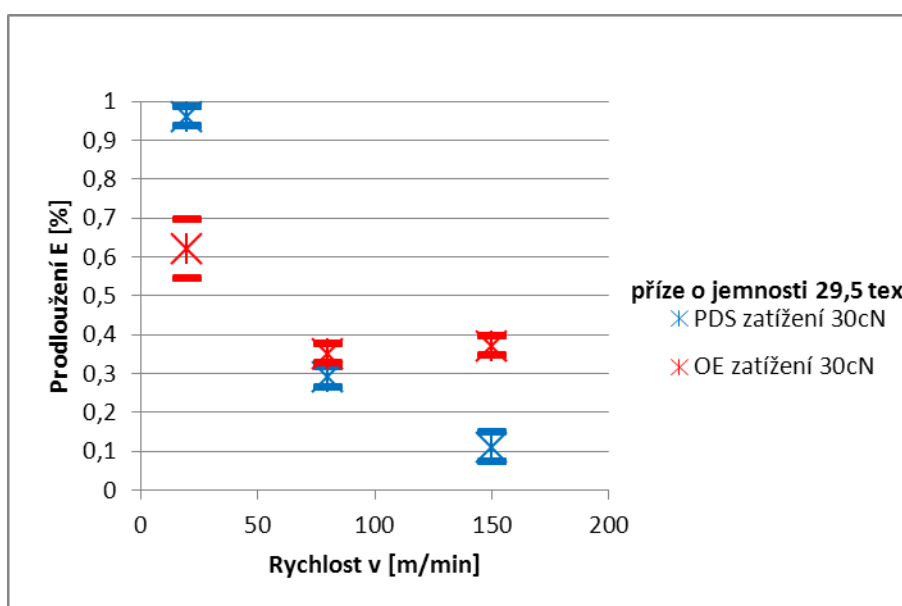
Obr. 29 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 20 tex a zatížením 50cN



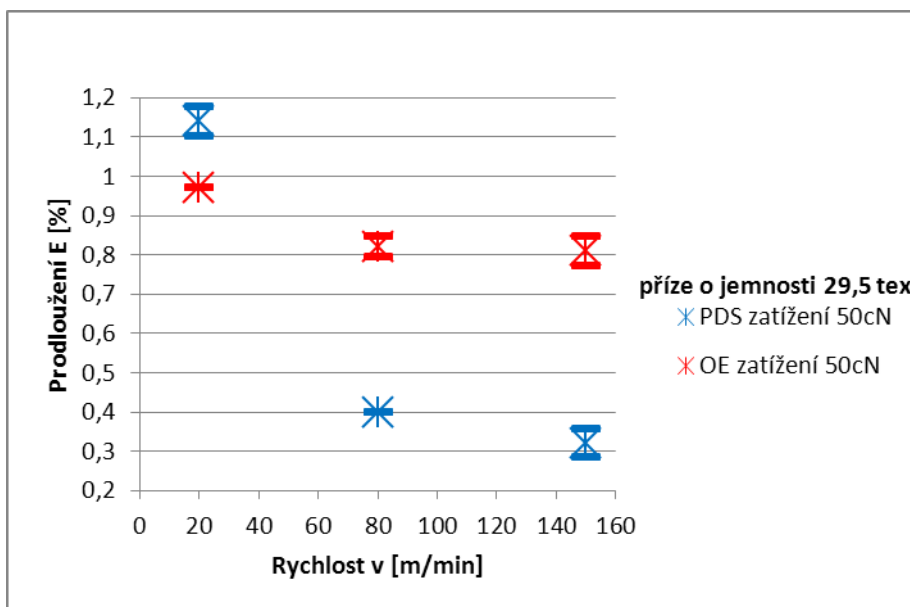


Obr. 30 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 20 tex a zatížením 80cN

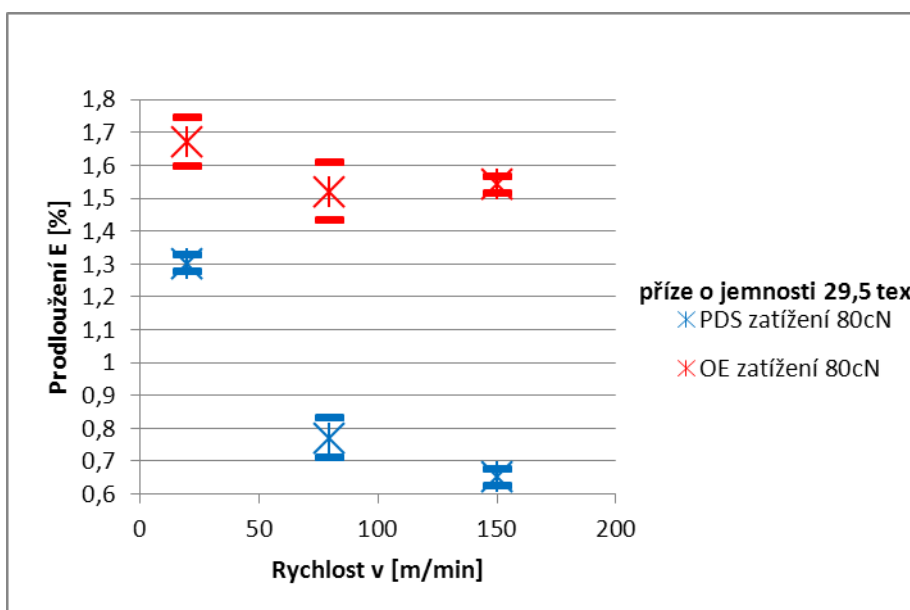
Poslední proměřenou hodnotou prodloužení byly prstencové a rotorové příze s jemností 29,5 tex. Opět můžeme na obr. 31 – 33 sledovat, že se zvyšující se rychlostí, klesá prodloužení příze. Také je vidět, že prstencová příze má u všech grafů nižší prodloužení, než rotorová příze.



Obr. 31 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 29,5 tex a zatížením 30cN



Obr. 32 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 29,5 tex a zatížením 50cN

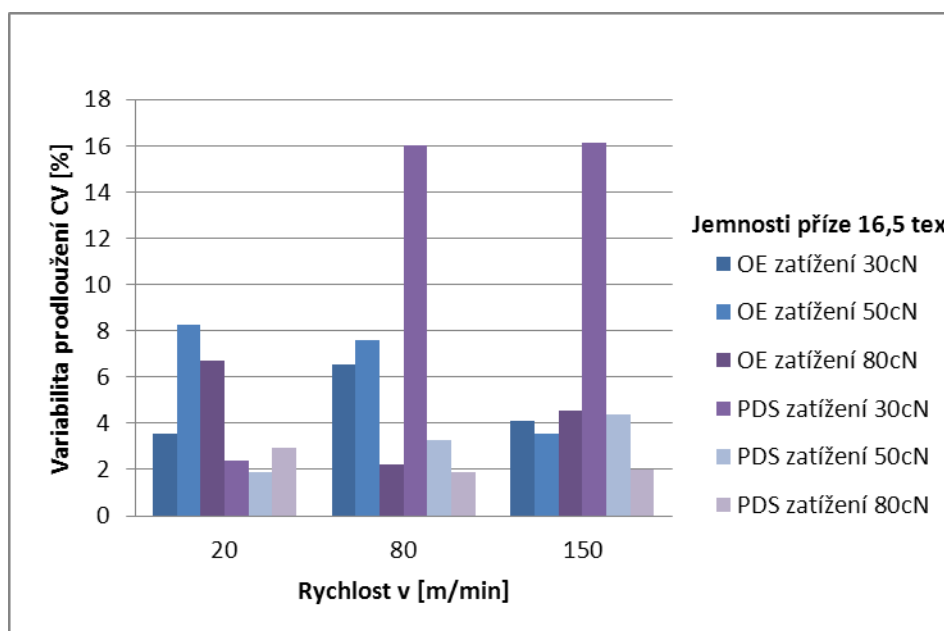


Obr. 33 Prodloužení prstencové a rotorové příze s jemností 29,5 tex a zatížením 80cN

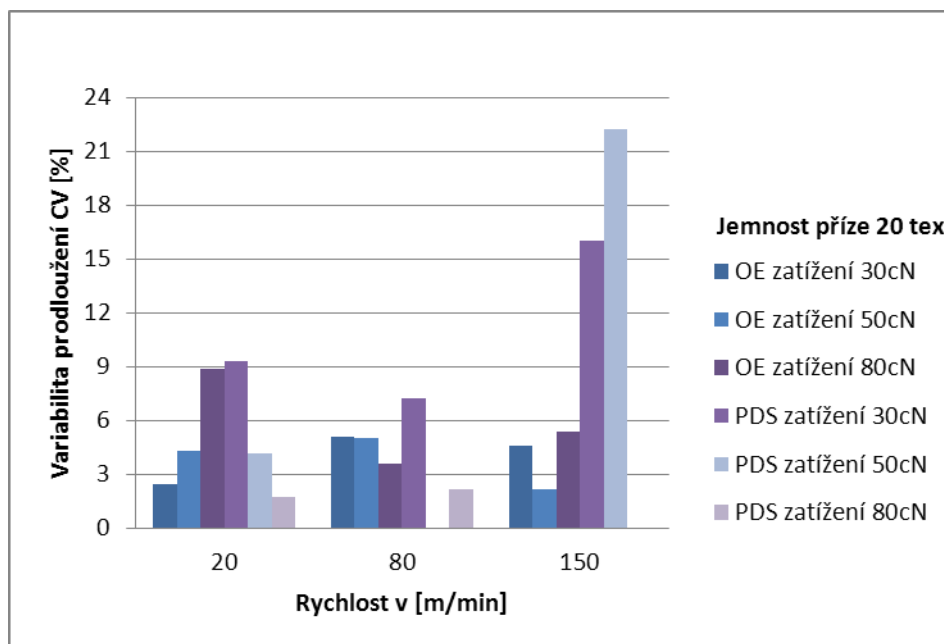
Při porovnání všech grafů prodloužení prstencových a rotorových přízí v závislosti na rychlosti můžeme říci, že celkově nejnižší prodloužení má prstencová příze se zatížením 30cN a rychlostí 150 m/min. Naopak nejvyšší hodnotu prodloužení dosahuje příze rotorová, která byla zatížena silou 80 cN s rychlostí 20 m/min. Intervaly spolehlivosti středních hodnot prodloužení  $E$  se v případě jemností překrývají pouze u

příze rotorové, u prstencové příze se nepřekrývají, což znamená, že jemnost výrazně ovlivňuje prodloužení. Ze všech grafů je vidět, že jemnější příze mají vyšší prodloužení, než hrubší příze.

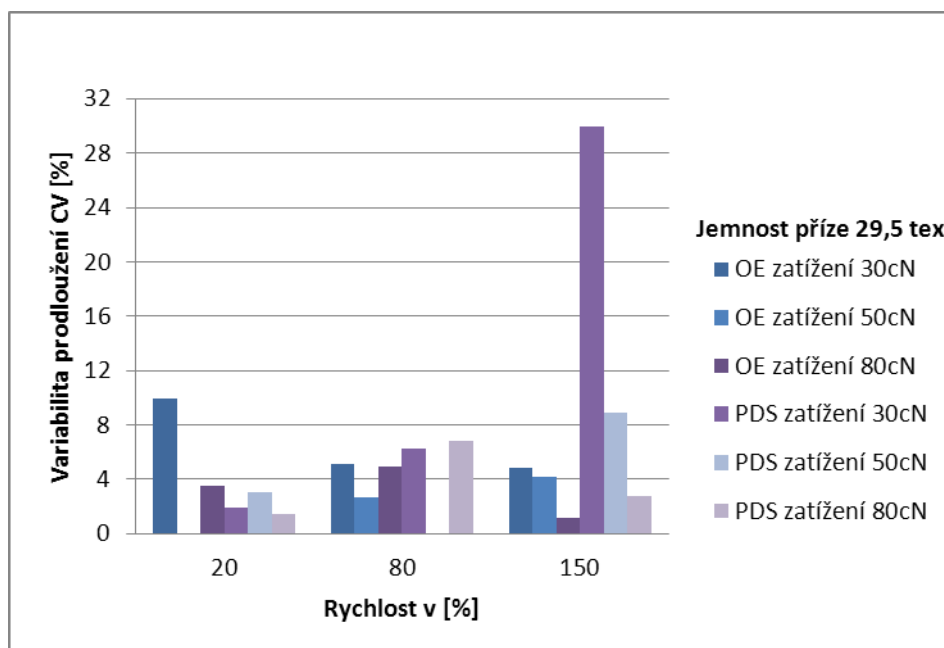
Na obr. 34 – 36 jsou vyjádřeny naměřené hodnoty variability prodloužení prstencových a rotorových přízí s jemností 16,5 tex, 20 tex a 29,5 tex v závislosti na rychlosti  $v$ . Na těchto grafech můžeme sledovat snižování variability prodloužení se zvyšující se jemností přízí. Dále můžeme vidět, že rotorové příze mají mnohem menší variabilitu, než prstencové příze. Největší výkyvy variability prodloužení vykazuje prstencová příze, které měly zatížení 30 cN. Důvodem vysoké variability prstencové příze je již zmiňované nízké zatížení příze. Prstencové příze se zatížením 80 cN vykazují téměř u všech jemností nejnižší variabilitu prodloužení, jelikož prstencové příze lépe vzdorují zatížení (tahové síle). Dalším důvodem je vysoká jemnost přízí, které jsou méně nestejněměrné (v průřezu mají méně vláken) a tím vykazují vyšší variabilitu.



Obr. 34 Variabilita prodloužení prstencových a rotorových přízí



Obr. 35 Variabilita prodloužení prstencových a rotorových přízí



Obr. 36 Variabilita prodloužení prstencových a rotorových přízí

## 4. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv sledovaných dopřádacích technologií na vybrané mechanicko - fyzikální vlastnosti 100% viskóзовých prstencových a rotorových přízí vyrobených ve firmě Kumpers Textil Plavy s.r.o. Na přízích byly proměřovány tyto vlastnosti: prodloužení, pevnost a tažnost. Hodnoty byly zjištěny na přístrojích CTT LH-401 a Instron 4411, které se nacházejí v laboratořích KTT.

Rešeršní část byla věnována popisu mechanicko – fyzikálních vlastností, dále byl proveden teoretický rozbor prstencového a rotorového dopřádacího systému a na závěr rešeršní části byla popsána struktura prstencových a rotorových přízí.

V experimentální části byl sledován vliv procesních parametrů stroje na vlastnosti prstencových a rotorových přízí.

Pevnost a tažnost byla zjišťována klasickou metodou na trhacím stroji Instron 4411, který se skládá ze dvou čelistí, sloužící pro upnutí příze, z nichž jedna je pevně uchycena k rámu stroje a druhá posuvná, vykonávající definované zatížení příze. Posuvná čelist vykonává přímočarý pohyb a tím zatěžuje přízi až do přetrhu.

Můžeme říci, že naměřené hodnoty se neliší od teorie v literatuře tzn., že pevnost i tažnost prstencové příze je vyšší, než u rotorové příze. Nižší pevnost rotorové příze se vysvětluje nižší úrovní napřímení a zapředení vláken, neboli nižším využitím délky vláken ve struktuře příze. Teorie variability pevnosti a tažnosti těchto přízí potvrzena nebyla. Důležitým faktorem tohoto výsledku je, že rotorové příze byly vypředeny při relativně vysokých otáčkách rotoru dopřádacího stroje. Při takto vysokých otáčkách rotoru je nutné použít malý průměr rotoru, čím se snižuje míra cyklického druzení a to souvisí s pevností a tažností. Dalším faktorem je vysoká jemnost rotorových přízí, jemnější příze mají většinou sklon k vyšší variabilitě.

V této práci byla použita zcela nová metoda zjišťování deformačních vlastností na běžící přízi na přístroji CTT LH-401. Tato zkouška velmi dobře simuluje podmínky při technologickém zpracování příze. Na přístroji CTT LH-401 bylo měřeno prodloužení prstencové a rotorové příze, při různém zatížení a rychlosti odtahových válečků.

Na základě vyhodnocení grafů bylo možno konstatovat, že u všech zkoumaných jemností prstencové příze vykazují menší prodloužení, než rotorové příze.

Při porovnání všech grafů prodloužení prstencových a rotorových přízí v závislosti na rychlosti můžeme říci, že celkově nejnížší prodloužení má prstencová příze se zatížením 30cN a rychlostí 150 m/min. Při vyšší rychlosti je méně času na danou deformaci (přeskupení vnitřních sil tvořených např. třením mezi vlákny) a tím dojde k nižší deformaci.

Ukázalo se, že při technologickém zpracování je třeba přihlížet na použité rychlosti, jelikož rychlost má významný vliv na deformaci příze.

Pro získání věrohodnějších výsledků by bylo potřeba provést měření na více druhů přízí.

Nová měřicí metoda může přinést zajímavé poznatky o vlivu technologie a strojních parametrů na úroveň deformačních vlastností příze v reálných podmínkách výrobního provozu.

## 5. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Neckář, B. Příze: Tvorba, struktura, vlastnosti. 1. vyd. SNTL Praha 1990. ISBN 80-03-00213-3.
- [2] Ursíny, P. Spřádání bavlnářským způsobem II, Liberec 1991
- [3] Dokoupilová, L. Vliv rychlosti deformace na pracovní tahové křivky přízí. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Liberec 2007
- [4] Ursíny, P. *Předení I.*, skriptum TU Liberec, 2006
- [5] ZKT – přednášky, textilní zkušebnictví II, dostupné na:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT2dil.pdf>
- [6] Univerzální trhací přístroj Instron 4411 dostupné na:  
[http://vct.tul.cz/prac\\_fyz\\_vl5.php](http://vct.tul.cz/prac_fyz_vl5.php)
- [7] Lučková, J. Autokorelační funkce pevnosti příze a výpočetní simulace pevnosti. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Liberec 1995
- [8] PRE – přednášky, předení, dostupné na:  
<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2006-09-22/10-24-43.pdf>
- [9] Křemenáková, D. kol.: Vlastnosti přízí Vortex, Výzkumná studie, Clutex, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci, 2008.
- [10] SVT – přednášky, struktura a vlastnosti textilií, dostupné na:  
<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2008-07-18/13-51-21.pdf>
- [11] TVL – přednášky, textilní vlákna, dostupné na:  
<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2004-12-15/12-27-54.ppt>
- [12] SBV – přednášky, spřádání bavlnářským a vlnářským způsobem
- [13] <http://www.lawsonhemphill.com/pdf/LH-401-constant-tension-transport.pdf>
- [14] Rohlena, V. a kol.: Bezvřetenové předení, Praha 1974
- [15] Rozvojový project na rok 2009, komplexní inovace laboratoří TUL, dostupné na: [www.tul.cz/komplexni-inovace-laboratori-tul-prof-dr-ing-kus\\_pdf](http://www.tul.cz/komplexni-inovace-laboratori-tul-prof-dr-ing-kus_pdf)
- [16] Ursíny, P. Předení II., skriptum TU Liberec, 2009
- [17] Kovačič, V. Textilní zkušebnictví: Díl I. ,skriptum TU Liberec, 2004
- [18] Peter Artzt, Gerhard Egbers – Technologie des Rotorspinnens, Landau 1979
- [19] Günter Trommer – Rotorspinnen, Frankfurt 1995

## **SEZNAM PŘÍLOH**

### **Příloha č. 1 – Průměry naměřených hodnot**

- pevnost
- tažnost
- prodloužení

### **Příloha č. 2 – Naměřené hodnoty z přístroje Instron 4411**

### **Příloha č. 3 – Naměřené hodnoty z přístroje CTT**

### **Příloha č. 4 – Protokoly z přístroje CTT**

- v PDF na CD



## Příloha č. 1 – Průměry naměřených hodnot

	Max. síla [N]	Energie při maximálním tahovém napětí [cN/tex]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
PDS 16,5 tex	<b>2,2430</b> <2,2038 ; 2,3434>	<b>82,0698</b> <78,49612 ; 85,6435>	<b>0,1377</b> <0,1336 ; 0,1420>	<b>12,1059</b> <11,8584 ; 12,3533>
PDS 20 tex	<b>2,7774</b> <2,7055 ; 2,8877>	<b>109,3588</b> <104,505 ; 114,213>	<b>0,1378</b> <0,1353 ; 0,1444>	<b>12,4995</b> <12,1822 ; 12,8169>
PDS 29,5 tex	<b>3,4630</b> <3,3789 ; 3,5471>	<b>127,358</b> <121,765 ; 132,951>	<b>0,1276</b> <0,1258 ; 0,1294>	<b>12,1176</b> <11,9560 ; 12,2791>
OE 16,5 tex	<b>1,3331</b> <1,3129 ; 1,3867>	<b>37,005</b> <35,0943 ; 38,9158>	<b>0,0808</b> <0,0796 ; 0,0840>	<b>8,6081</b> <8,3470 ; 8,8692>
OE 20 tex	<b>1,7845</b> <1,7468 ; 1,8668>	<b>52,685</b> <50,0672 ; 55,3028>	<b>0,0892</b> <0,0873 ; 0,0933>	<b>8,8909</b> <8,6108 ; 9,1710>
OE 29,5 tex	<b>3,0604</b> <2,9760 ; 3,1448>	<b>104,6398</b> <100,636 ; 108,644>	<b>0,1037</b> <0,1009 ; 0,1066>	<b>11,1369</b> <10,8820 ; 11,3918>

Tab. 1 naměřené hodnoty z přístroje Instron 4411

Rotorové příze jemnost [tex]	zatížení [cN]	rychlost [m/min]	Prodloužení E[%]	Variabilita prodloužení CV[%]
29,5	30	20	<b>0,62</b> <0,5455 ; 0,6945 >	9,9
29,5	30	80	<b>0,35</b> <0,3252 ; 0,3748>	5,1
29,5	30	150	<b>0,37</b> <0,34517 ; 0,395 >	4,88
29,5	50	20	<b>0,97</b> <0,97 ; 0,97>	0
29,5	50	80	<b>0,82</b> <0,7957; 0,8448>	2,71
29,5	50	150	<b>0,81</b> <0,7728 ; 0,8472 >	4,18
29,5	80	20	<b>1,67</b> <1,5955 ; 1,7445>	3,51
29,5	80	80	<b>1,52</b> <1,4331 ; 1,6079>	4,93
29,5	80	150	<b>1,54</b> <1,5152 ; 1,5648>	1,2
20	30	20	<b>0,76</b> <0,7352 ; 0,7848>	2,4
20	30	80	<b>0,35</b> <0,3252 ; 0,3748>	5,1

20	30	150	<b>0,39</b> <0,3651 ; 0,4142>	4,58
20	50	20	<b>1,04</b> <0,9903 ; 1,0897>	4,29
20	50	80	<b>0,81</b> <0,7603 ; 0,8597>	5,04
20	50	150	<b>0,86</b> <0,8352 ; 0,8849>	2,13
20	80	20	<b>2,08</b> <1,8565 ; 2,3035>	8,84
20	80	80	<b>1,91</b> <1,8231 ; 1,9969>	3,58
20	80	150	<b>2,01</b> <1,8734 ; 2,1465>	5,37
16,5	30	20	<b>0,63</b> <0,60517 ; 0,6548>	3,53
16,5	30	80	<b>0,51</b> <0,4728 ; 0,5472>	6,57
16,5	30	150	<b>0,54</b> <0,5152 ; 0,5648>	4,11
16,5	50	20	<b>1,44</b> <1,291 ; 1,58898>	8,26
16,5	50	80	<b>1,29</b> <1,1659 ; 1,4141>	7,6
16,5	50	150	<b>1,32</b> <1,2579 ; 1,3823>	3,54
16,5	80	20	<b>2,46</b> <2,24895 ; 2,6711>	6,72
16,5	80	80	<b>2,07</b> <2,00793 ; 2,132>	2,2
16,5	80	150	<b>2,09</b> <1,9659 ; 2,21415>	4,55

Tab. 2 naměřené hodnoty rotorových přízí z přístroje CTT

Prstencové příže jemnost [tex]	zatížení [cN]	rychlost [m/min]	Prodloužení E[%]	Variabilita prodloužení CV[%]
29,5	30	20	<b>0,96</b> <0,9352 ; 0,9848>	9,9
29,5	30	80	<b>0,29</b> <0,2652 ; 0,3148>	5,1
29,5	30	150	<b>0,11</b> <0,0728 ; 0,1472>	4,88
29,5	50	20	<b>1,14</b> <1,1028 ; 1,1772>	0
29,5	50	80	<b>0,4</b> <0,4 ; 0,4>	2,71
29,5	50	150	<b>0,32</b> <0,2828 ; 0,3572>	4,18
29,5	80	20	<b>1,3</b> <1,2752 ; 1,3248>	3,51
29,5	80	80	<b>0,77</b> <0,7079 ; 0,8321>	4,93
29,5	80	150	<b>0,65</b> <0,6252 ; 0,6748>	1,2

20	30	20	<b>0,91</b> <0,8107 ; 1,0093>	2,4
20	30	80	<b>0,3</b> <0,2752 ; 0,3248>	5,1
20	30	150	<b>0,11</b> <0,0852 ; 0,1348>	4,58
20	50	20	<b>1,21</b> <1,1479 ; 1,2721>	4,29
20	50	80	<b>0,44</b> <0,44 ; 0,44>	5,04
20	50	150	<b>0,42</b> <0,3083 ; 0,5317>	2,13
20	80	20	<b>1,67</b> <1,6328 ; 1,7072>	8,84
20	80	80	<b>0,86</b> <0,8352 ; 0,8848>	3,58
20	80	150	<b>0,81</b> <0,81 ; 0,81>	5,37
16,5	30	20	<b>0,94</b> <0,9152 ; 0,9648>	3,53
16,5	30	80	<b>0,22</b> <0,1703 ; 0,2697>	6,57
16,5	30	150	<b>0,14</b> <0,1152 ; 0,1648>	4,11
16,5	50	20	<b>1,19</b> <1,1652 ; 1,2148>	8,26
16,5	50	80	<b>0,56</b> <0,5352 ; 0,5848>	7,6
16,5	50	150	<b>0,51</b> <0,4852 ; 0,5348>	3,54
16,5	80	20	<b>1,61</b> <1,5479 ; 1,6721>	6,72
16,5	80	80	<b>1,2</b> <1,1752 ; 1,2248>	2,2
16,5	80	150	<b>1,11</b> <1,085 ; 1,1348>	4,55

Tab. 3 naměřené hodnoty prstencových přízí z přístroje CTT

## Příloha č. 2 – Naměřené hodnoty z přístroje Instron 4411

	Max. protažení [mm]	Max. síla [N]	Energie při max. tahovém napětí [mJ]	Youngův modul pružnosti [N/mm <sup>2</sup> ]	Youngův Tahové napětí 2 mm – 5 mm [N/mm <sup>2</sup> ]	Čas při max. tahovém napětí [sec]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
<b>1</b>	58.45	2.24	83.11	2.371	2.440	29.100	0,135758	11,69
<b>2</b>	60.76	2.32	89.63	2.203	2.329	30.350	0,140606	12,152
<b>3</b>	57.36	2.18	79.06	2.079	2.148	28.600	0,132121	11,472
<b>4</b>	46.95	1.84	55.35	1.854	1.966	23.450	0,111515	9,39
<b>5</b>	67.25	2.28	94.70	2.001	2.022	33.600	0,138182	13,45
<b>6</b>	61.15	2.41	92.80	2.308	2.385	30.550	0,146061	12,23
<b>7</b>	66.35	2.43	100.08	2.169	2.246	33.100	0,147273	13,27
<b>8</b>	65.35	2.46	100.68	2.099	2.148	32.600	0,149091	13,07

9	68.95	2.44	103.82	2.189	2.259	34.400	0,147879	13,79
10	57.06	2.28	83.42	2.518	2.552	28.500	0,138182	11,412
11	65.84	2.56	105.53	2.222	2.294	32.850	0,155152	13,168
12	55.25	2.21	77.83	2.106	2.217	27.550	0,133939	11,05
13	63.05	2.46	98.30	2.326	2.441	31.500	0,149091	12,61
14	51.66	2.2	67.45	2.226	2.260	25.650	0,133333	10,332
15	62.15	2.21	86.85	2.098	2.190	31.000	0,133939	12,43
16	61.36	2.22	85.28	2.025	2.078	30.650	0,134545	12,272
17	55.26	1.94	68.13	2.052	2.064	27.500	0,117576	11,052
18	50.16	1.90	62.02	1.955	2.218	25.000	0,115152	10,032
19	53.65	2.8	72.59	2.264	2.371	26.800	0,169697	10,73
20	56.25	1.91	68.34	2.019	2.065	28.100	0,115758	11,25
21	61.95	2.25	87.35	2.098	2.175	30.900	0,136364	12,39
22	62.35	2.42	94.54	2.153	2.203	31.100	0,146667	12,47
23	58.35	2.16	79.51	1.953	2.099	29.150	0,130909	11,67
24	61.56	2.42	93.01	2.208	2.259	30.750	0,146667	12,312
25	59.26	2.16	80.98	1.970	2.064	29.600	0,130909	11,852
26	56.56	2.15	77.11	2.122	2.217	28.250	0,130303	11,312
27	61.35	2.31	88.63	2.053	2.189	30.600	0,14	12,27
28	59.14	1.98	73.58	2.286	2.294	29.500	0,12	11,828
29	61.15	2.13	82.32	2.238	2.246	30.550	0,129091	12,23
30	63.36	2.44	97.14	2.185	2.259	31.650	0,147879	12,672
31	64.15	2.21	87.89	2.059	2.134	31.950	0,133939	12,83
32	62.35	2.33	90.96	2.295	2.329	31.100	0,141212	12,47
33	54.96	1.99	70.03	2.069	2.134	27.450	0,120606	10,992
34	51.06	1.81	59.61	1.981	2.051	25.450	0,109697	10,212
35	57.06	2.9	75.95	2.247	2.259	28.450	0,175758	11,412
36	60.65	2.6	78.55	2.141	2.176	30.300	0,157576	12,13
37	57.65	2.14	77.79	2.138	2.175	28.750	0,129697	11,53
38	69.05	2.41	102.94	2.068	2.078	34.500	0,146061	13,81
39	46.05	1.95	58.48	2.410	2.468	22.950	0,118182	9,21
40	63.16	2.30	90.83	2.271	2.294	31.500	0,139394	12,632
41	63.45	2.38	94.20	2.218	2.259	31.650	0,144242	12,69
42	58.06	2.33	84.87	2.247	2.301	28.950	0,141212	11,612
43	50.76	2.3	65.76	2.259	2.259	25.300	0,139394	10,152
44	59.74	2.31	85.36	2.217	2.196	29.800	0,14	11,948
45	57.55	2.19	79.80	2.477	2.441	28.700	0,132727	11,51
46	60.56	2.32	87.88	2.247	2.246	30.250	0,140606	12,112
47	45.76	1.73	51.03	2.173	2.148	22.850	0,104848	9,152
48	60.65	2.9	78.86	2.392	2.315	30.250	0,175758	12,13
49	53.06	2.7	70.49	2.472	2.440	26.500	0,163636	10,612
50	61.45	2.17	83.07	2.133	2.176	30.650	0,131515	12,29

Tab. 4 naměřené hodnoty prstencové příže o jemnosti 16,5 tex z přístroje Instron 4411

	Max. protažení [mm]	Max. síla [N]	Energie při max. tahovém napětí [mJ]	Youngův modul pružnosti [N/mm <sup>2</sup> ]	Youngův Tahové napětí 2 mm – 5 mm [N/mm <sup>2</sup> ]	Čas při max. tahovém napětí [sec]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
1	54.95	2.36	82.01	3.006	2.734	27.400	0,118	10,99
2	52.06	2.31	79.38	2.946	2.887	26.000	0,1155	10,412
3	55.25	2.43	84.97	2.537	2.622	27.500	0,1215	11,05
4	64.05	2.66	105.99	2.405	2.482	31.950	0,133	12,81
5	66.15	2.93	119.77	2.500	2.566	33.050	0,1465	13,23
6	69.35	2.85	121.63	2.410	2.441	34.650	0,1425	13,87
7	55.76	2.45	89.83	3.096	3.124	27.800	0,1225	11,152
8	54.05	2.49	87.71	2.863	2.971	26.950	0,1245	10,81
9	52.16	2.20	74.11	2.415	2.441	26.050	0,11	10,432
10	68.35	2.93	124.35	2.473	2.566	34.150	0,1465	13,67
11	67.66	2.65	111.91	2.566	2.510	33.750	0,1325	13,532
12	62.95	2.67	107.62	2.882	2.929	31.350	0,1335	12,59
13	60.06	2.54	96.79	2.549	2.636	29.950	0,127	12,012
14	68.45	3.00	128.58	2.812	2.929	34.200	0,15	13,69
15	60.76	2.82	109.02	2.666	2.748	30.350	0,141	12,152
16	69.85	2.96	127.95	2.480	2.567	34.850	0,148	13,97
17	61.95	2.85	112.61	3.010	3.075	30.950	0,1425	12,39
18	66.06	2.95	124.05	2.892	2.970	33.000	0,1475	13,212
19	64.86	2.81	114.55	2.771	2.803	32.350	0,1405	12,972
20	68.16	2.96	125.77	2.659	2.734	34.050	0,148	13,632
21	65.25	2.80	115.50	2.637	2.678	32.550	0,14	13,05
22	68.36	3.1	128.47	2.986	3.075	34.100	0,155	13,672
23	51.15	2.68	89.79	3.019	3.097	25.500	0,134	10,23
24	62.95	3.9	122.31	3.135	3.207	31.400	0,195	12,59
25	66.25	3.4	126.09	2.964	2.929	33.100	0,17	13,25
26	55.05	2.48	87.53	2.697	2.818	27.450	0,124	11,01
27	67.05	2.85	120.10	2.723	2.790	33.450	0,1425	13,41
28	66.35	3.2	126.20	3.007	3.152	33.100	0,16	13,27
29	64.44	2.80	113.67	2.627	2.706	32.150	0,14	12,888
30	60.35	2.61	99.77	2.803	2.859	30.100	0,1305	12,07
31	61.36	2.86	110.42	2.696	2.733	30.600	0,143	12,272
32	54.96	2.39	84.01	2.597	2.566	27.450	0,1195	10,992
33	54.25	2.63	92.69	3.161	3.277	27.050	0,1315	10,85
34	63.04	2.95	116.69	2.953	3.173	31.450	0,1475	12,608
35	74.85	3.39	156.02	2.847	2.929	37.400	0,1695	14,97
36	56.96	2.69	96.70	2.521	2.566	28.400	0,1345	11,392
37	68.15	2.90	121.95	2.474	2.552	34.050	0,145	13,63
38	62.86	2.79	112.87	2.948	2.971	31.400	0,1395	12,572
39	64.96	2.70	109.97	2.835	2.880	32.400	0,135	12,992
40	59.46	2.64	99.08	2.552	2.525	29.700	0,132	11,892
41	58.35	2.52	93.34	2.537	2.567	29.100	0,126	11,67
42	69.46	2.75	118.19	2.519	2.510	34.600	0,1375	13,892
43	66.65	3.1	125.48	2.673	2.747	33.250	0,155	13,33
44	67.65	3.27	139.43	3.101	3.180	33.800	0,1635	13,53
45	70.05	3.6	132.59	2.686	2.790	34.950	0,18	14,01
46	66.55	2.85	119.27	2.645	2.775	33.200	0,1425	13,31
47	55.45	2.48	88.47	2.543	2.622	27.700	0,124	11,09

<b>48</b>	57.37	2.48	90.80	2.457	2.552	28.650	0,124	11,474
<b>49</b>	58.05	2.44	90.22	2.218	2.329	28.950	0,122	11,61
<b>50</b>	64.36	2.76	111.72	2.604	2.706	32.150	0,138	12,872

Tab. 5 naměřené hodnoty prstencové příže o jemnosti 20 tex z přístroje Instron 4411

	Max. protažení [mm]	Max. síla [N]	Energie při max. tahovém napětí [mJ]	Youngův modul pružnosti [N/mm <sup>2</sup> ]	Youngův Tahové napětí 2 mm – 5 mm [N/mm <sup>2</sup> ]	Čas při max. tahovém napětí [sec]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
<b>1</b>	62.95	3.53	137.47	2.856	2.929	31.400	0,119661	12,59
<b>2</b>	59.05	3.58	135.15	3.663	3.724	29.450	0,121356	11,81
<b>3</b>	57.85	3.37	124.20	3.269	3.418	28.850	0,114237	11,57
<b>4</b>	59.75	3.26	122.24	2.868	2.971	29.800	0,110508	11,95
<b>5</b>	44.95	2.69	78.24	2.940	3.012	22.400	0,091186	8,99
<b>6</b>	44.55	2.60	75.93	3.190	3.306	22.200	0,088136	8,91
<b>7</b>	58.56	3.46	130.10	3.767	3.780	29.250	0,117288	11,712
<b>8</b>	59.85	3.35	125.58	3.351	3.417	29.850	0,113559	11,97
<b>9</b>	57.36	3.29	119.49	2.963	3.124	28.650	0,111525	11,472
<b>10</b>	61.65	3.54	136.73	3.111	3.236	30.800	0,12	12,33
<b>11</b>	54.25	3.34	115.33	3.154	3.235	27.050	0,11322	10,85
<b>12</b>	57.05	3.44	127.40	3.996	4.017	28.500	0,11661	11,41
<b>13</b>	53.05	3.26	111.98	3.754	3.765	26.500	0,110508	10,61
<b>14</b>	64.96	3.70	151.31	3.314	3.417	32.450	0,125424	12,992
<b>15</b>	54.55	3.14	109.66	3.217	3.291	27.250	0,106441	10,91
<b>16</b>	63.04	3.52	137.50	3.173	3.222	31.500	0,119322	12,608
<b>17</b>	58.65	3.25	120.69	3.435	3.389	29.250	0,110169	11,73
<b>18</b>	56.96	3.43	126.20	3.871	4.030	28.450	0,116271	11,392
<b>19</b>	63.86	3.80	153.71	3.645	3.779	31.900	0,128814	12,772
<b>20</b>	52.85	3.33	112.37	3.516	3.570	26.350	0,112881	10,57
<b>21</b>	57.14	3.15	113.86	2.932	3.040	28.550	0,10678	11,428
<b>22</b>	61.05	3.90	150.63	3.549	3.710	30.500	0,132203	12,21
<b>23</b>	56.25	3.65	132.38	4.169	4.282	28.050	0,123729	11,25
<b>24</b>	57.25	3.46	125.89	3.739	3.766	28.600	0,117288	11,45
<b>25</b>	62.45	3.74	147.83	3.550	3.683	31.200	0,12678	12,49
<b>26</b>	54.54	3.41	117.21	3.107	3.194	27.200	0,115593	10,908
<b>27</b>	62.06	3.78	145.78	2.906	2.929	30.950	0,128136	12,412
<b>28</b>	48.36	3.18	99.35	3.150	3.305	24.150	0,107797	9,672
<b>29</b>	54.44	3.46	121.58	3.758	3.856	27.200	0,117288	10,888
<b>30</b>	51.95	3.17	105.29	3.330	3.403	25.950	0,107458	10,39
<b>31</b>	63.96	3.90	156.17	3.551	3.709	31.950	0,132203	12,792
<b>32</b>	65.55	3.85	157.61	3.392	3.528	32.700	0,130508	13,11
<b>33</b>	64.26	4.1	159.67	3.035	3.180	32.050	0,138983	12,852
<b>34</b>	61.55	3.70	143.48	3.386	3.500	30.700	0,125424	12,31
<b>35</b>	63.25	3.72	149.29	3.397	3.514	31.600	0,126102	12,65
<b>36</b>	64.16	3.63	146.20	3.231	3.347	32.000	0,123051	12,832

37	54.75	3.51	122.21	3.440	3.528	27.350	0,118983	10,95
38	48.16	2.79	86.27	3.098	3.076	24.000	0,094576	9,632
39	56.35	3.35	120.14	3.414	3.528	28.100	0,113559	11,27
40	59.95	3.74	145.33	4.159	4.212	29.950	0,12678	11,99
41	64.15	3.77	153.58	3.718	3.794	32.050	0,127797	12,83
42	62.25	3.59	140.11	3.118	3.194	31.050	0,121695	12,45
43	65.95	3.85	158.05	3.075	3.194	32.950	0,130508	13,19
44	51.16	3.10	102.23	3.273	3.417	25.550	0,105085	10,232
45	58.96	3.78	142.88	3.925	4.045	29.500	0,128136	11,792
46	52.15	3.34	112.65	3.742	3.835	26.050	0,11322	10,43
47	55.75	3.29	116.72	3.238	3.291	27.850	0,111525	11,15
48	53.15	3.7	103.41	2.909	3.040	26.500	0,125424	10,63
49	58.25	3.35	125.35	3.858	3.836	29.100	0,113559	11,65
50	54.45	3.31	115.47	3.457	3.570	27.200	0,112203	10,89

Tab. 6 naměřené hodnoty prstencové příže o jemnosti 29,5 tex z přístroje Instron 4411

	Max. protažení [mm]	Max. síla [N]	Energie při max. tahovém napětí [mJ]	Youngův modul pružnosti [N/mm <sup>2</sup> ]	Youngův Tahové napětí 2 mm – 5 mm [N/mm <sup>2</sup> ]	Čas při max. tahovém napětí [sec]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
1	46.35	1.46	42.89	1.565	1.646	23.100	0,088485	9,27
2	50.95	1.54	49.79	1.604	1.688	25.450	0,093333	10,19
3	43.05	1.39	38.39	1.672	1.660	21.450	0,084242	8,61
4	43.74	1.38	38.63	1.450	1.611	21.800	0,083636	8,748
5	35.05	1.17	25.91	1.602	1.464	17.450	0,070909	7,01
6	33.85	1.19	26.27	1.558	1.576	16.900	0,072121	6,77
7	42.74	1.39	38.34	1.699	1.660	21.300	0,084242	8,548
8	38.76	1.23	31.25	1.682	1.687	19.300	0,074545	7,752
9	46.44	1.36	40.29	1.553	1.562	23.150	0,082424	9,288
10	49.26	1.51	47.65	1.716	1.806	24.500	0,091515	9,852
11	40.35	1.28	32.82	1.591	1.534	20.150	0,077576	8,07
12	41.45	1.38	37.00	1.747	1.771	20.700	0,083636	8,29
13	52.35	1.70	56.62	1.761	1.827	26.150	0,10303	10,47
14	39.15	1.25	31.56	1.610	1.660	19.500	0,075758	7,83
15	43.46	1.46	40.74	1.756	1.701	21.700	0,088485	8,692
16	39.65	1.34	34.40	1.663	1.632	19.700	0,081212	7,93
17	43.96	1.41	38.92	1.732	1.646	21.550	0,085455	8,792
18	44.36	1.39	38.82	1.508	1.506	22.100	0,084242	8,872
19	44.96	1.37	39.10	1.770	1.660	22.400	0,08303	8,992
20	44.44	1.34	37.97	1.675	1.562	22.200	0,081212	8,888
21	41.85	1.22	32.57	1.509	1.507	20.900	0,073939	8,37
22	40.96	1.28	33.70	1.597	1.534	20.400	0,077576	8,192
23	47.85	1.40	42.42	1.648	1.660	23.800	0,084848	9,57
24	41.36	1.37	36.62	1.671	1.660	20.650	0,08303	8,272
25	40.15	1.25	32.00	1.582	1.576	19.900	0,075758	8,03
26	45.86	1.44	42.23	1.707	1.729	22.750	0,087273	9,172
27	48.77	1.55	48.07	1.753	1.632	24.300	0,093939	9,754
28	43.85	1.32	36.58	1.615	1.548	21.850	0,08	8,77

29	47.45	1.44	43.54	1.609	1.604	23.650	0,087273	9,49
30	45.75	1.35	38.97	1.724	1.709	22.800	0,081818	9,15
31	39.96	1.25	31.99	1.536	1.548	19.850	0,075758	7,992
32	46.85	1.31	39.00	1.512	1.423	23.400	0,079394	9,37
33	47.74	1.29	39.11	1.543	1.562	23.750	0,078182	9,548
34	29.55	1.8	20.70	1.668	1.709	14.650	0,109091	5,91
35	42.95	1.38	37.79	1.601	1.611	21.400	0,083636	8,59
36	46.55	1.50	44.47	1.598	1.646	23.150	0,090909	9,31
37	44.15	1.33	37.19	1.548	1.576	22.000	0,080606	8,83
38	41.56	1.25	32.98	1.457	1.395	20.750	0,075758	8,312
39	49.05	1.44	45.23	1.593	1.660	24.450	0,087273	9,81
40	31.95	1.13	23.47	1.625	1.646	15.850	0,068485	6,39
41	49.46	1.47	46.18	1.623	1.611	24.650	0,089091	9,892
42	43.35	1.31	36.27	1.567	1.576	21.550	0,079394	8,67
43	43.06	1.33	36.93	1.532	1.562	21.500	0,080606	8,612
44	42.66	1.31	35.40	1.612	1.520	21.300	0,079394	8,532
45	42.54	1.26	34.28	1.611	1.611	21.150	0,076364	8,508
46	36.46	1.11	26.1	1.561	1.464	18.150	0,067273	7,292
47	45.45	1.32	37.98	1.510	1.409	22.700	0,08	9,09
48	35.16	1.11	25.48	1.637	1.590	17.550	0,067273	7,032
49	46.05	1.25	36.30	1.500	1.464	22.950	0,075758	9,21
50	39.35	1.18	29.34	1.534	1.464	19.450	0,071515	7,87

Tab. 7 naměřené hodnoty rotorové příze o jemnosti 16,5 tex z přístroje Instron 4411

	Max. protažení [mm]	Max. síla [N]	Energie při max. tahovém napětí [mJ]	Youngův modul pružnosti [N/mm <sup>2</sup> ]	Youngův Tahové napětí 2 mm – 5 mm [N/mm <sup>2</sup> ]	Čas při max. tahovém napětí [sec]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
1	47.26	1.92	59.32	2.167	2.245	23.550	0,096	9,452
2	45.86	1.92	57.82	2.133	2.259	22.900	0,096	9,172
3	43.96	1.90	54.71	2.175	2.329	21.900	0,095	8,792
4	46.55	2.1	61.36	2.279	2.441	23.250	0,105	9,31
5	44.16	1.81	52.52	2.195	2.329	22.000	0,0905	8,832
6	48.06	1.85	58.36	2.290	2.329	23.950	0,0925	9,612
7	44.05	1.90	55.23	2.416	2.440	22.000	0,095	8,81
8	36.75	1.64	40.53	2.530	2.440	18.350	0,082	7,35
9	38.65	1.73	44.40	2.529	2.482	19.250	0,0865	7,73
10	43.96	1.91	55.86	2.581	2.510	21.950	0,0955	8,792
11	50.86	1.91	63.45	2.373	2.329	25.400	0,0955	10,172
12	48.05	1.92	60.70	2.430	2.440	24.000	0,096	9,61
13	49.56	1.90	61.46	2.226	2.204	24.700	0,095	9,912
14	53.46	1.97	68.06	2.178	2.197	26.650	0,0985	10,692
15	50.57	1.84	60.29	2.167	2.148	25.200	0,092	10,114
16	34.36	1.45	32.69	2.282	2.078	17.100	0,0725	6,872
17	45.46	1.72	50.27	2.158	2.064	22.650	0,086	9,092
18	38.85	1.51	38.45	2.263	2.134	19.400	0,0755	7,77
19	42.45	1.73	48.07	2.198	2.176	21.150	0,0865	8,49
20	43.15	1.71	48.26	2.351	2.315	21.400	0,0855	8,63
21	48.35	1.77	55.84	2.290	2.197	24.050	0,0885	9,67



22	46.65	1.70	52.10	2.218	2.218	23.250	0,085	9,33
23	39.26	1.67	43.65	2.470	2.426	19.600	0,0835	7,852
24	45.96	1.77	53.97	2.210	2.260	22.900	0,0885	9,192
25	49.06	1.88	60.56	2.380	2.371	24.450	0,094	9,812
26	45.45	1.86	55.38	2.356	2.441	22.650	0,093	9,09
27	42.76	1.91	54.30	2.662	2.622	21.350	0,0955	8,552
28	34.35	1.73	40.24	2.670	2.664	17.150	0,0865	6,87
29	49.85	2.22	72.25	2.654	2.733	24.850	0,111	9,97
30	53.64	2.9	73.60	2.456	2.441	26.800	0,145	10,728
31	45.06	1.83	54.43	2.520	2.482	22.500	0,0915	9,012
32	39.95	1.69	45.10	2.487	2.441	19.950	0,0845	7,99
33	40.26	1.68	44.87	2.325	2.329	20.100	0,084	8,052
34	30.75	1.40	28.55	2.218	2.274	15.200	0,07	6,15
35	37.15	1.56	38.40	2.177	2.176	18.500	0,078	7,43
36	46.95	1.84	56.29	2.218	2.204	23.450	0,092	9,39
37	40.34	1.69	45.04	2.260	2.245	20.150	0,0845	8,068
38	44.46	1.69	48.70	2.194	2.175	22.100	0,0845	8,892
39	43.56	1.66	47.27	2.203	2.148	21.750	0,083	8,712
40	42.26	1.65	46.29	2.185	2.176	21.100	0,0825	8,452
41	51.26	1.91	63.96	2.278	2.259	25.600	0,0955	10,252
42	50.06	1.81	59.18	2.189	2.259	24.950	0,0905	10,012
43	50.85	1.89	62.90	2.385	2.441	25.400	0,0945	10,17
44	39.16	1.60	41.79	2.379	2.371	19.500	0,08	7,832
45	47.65	1.83	56.96	2.295	2.259	23.700	0,0915	9,53
46	38.45	1.60	41.19	2.437	2.399	19.150	0,08	7,69
47	44.64	1.77	52.14	2.448	2.440	22.250	0,0885	8,928
48	49.05	1.87	60.61	2.501	2.553	24.450	0,0935	9,81
49	46.26	1.88	57.38	2.472	2.440	23.050	0,094	9,252
50	43.25	1.74	49.50	2.415	2.441	21.550	0,087	8,65

Tab. 8 naměřené hodnoty rotorové příže o jemnosti 20 tex z přístroje Instron 4411

	Max. protažení [mm]	Max. síla [N]	Energie při max. tahovém napětí [mJ]	Youngův modul pružnosti [N/mm <sup>2</sup> ]	Youngův Tahové napětí 2 mm – 5 mm [N/mm <sup>2</sup> ]	Čas při max. tahovém napětí [sec]	Pevnost [N/tex]	Tažnost [%]
1	50.36	2.61	83.60	2.605	2.636	25.150	0,088475	10,072
2	58.34	2.90	106.34	2.956	3.027	29.100	0,098305	11,668
3	63.75	3.14	124.21	2.714	2.790	31.800	0,106441	12,75
4	49.66	2.62	82.68	2.624	2.691	24.800	0,088814	9,932
5	61.35	3.17	120.30	2.499	2.685	30.650	0,107458	12,27
6	55.46	3	103.00	2.542	2.734	27.650	0,101695	11,092
7	44.46	2.61	74.77	2.649	2.733	22.200	0,088475	8,892
8	54.64	2.88	98.00	2.497	2.566	27.300	0,097627	10,928
9	46.05	2.49	73.01	2.714	2.664	22.950	0,084407	9,21
10	61.55	3.13	119.60	2.549	2.608	30.750	0,106102	12,31
11	55.94	2.95	103.24	2.807	2.929	27.950	0,1	11,188
12	58.75	3.3	111.46	2.802	2.845	29.350	0,111864	11,75
13	56.65	3.1	106.66	2.802	2.929	28.300	0,105085	11,33
14	52.66	3.31	110.34	3.117	3.180	26.250	0,112203	10,532

15	56.46	2.95	104.65	2.728	2.804	28.200	0,1	11,292
16	57.65	3.5	109.38	2.830	2.929	28.750	0,118644	11,53
17	59.95	3.25	121.58	2.861	2.929	29.900	0,110169	11,99
18	59.35	3.11	115.27	2.717	2.748	29.650	0,105424	11,87
19	55.16	3.13	108.08	3.029	3.054	27.550	0,106102	11,032
20	49.05	2.77	86.38	2.947	3.054	24.450	0,093898	9,81
21	54.65	3.2	103.48	2.827	2.888	27.250	0,108475	10,93
22	61.15	3.24	123.14	2.774	2.859	30.550	0,109831	12,23
23	56.85	2.90	102.77	2.593	2.664	28.350	0,098305	11,37
24	57.25	2.80	99.61	2.508	2.580	28.550	0,094915	11,45
25	56.86	2.94	103.83	2.606	2.734	28.350	0,099661	11,372
26	56.24	3.1	105.92	2.677	2.831	28.050	0,105085	11,248
27	61.15	3.20	120.93	2.581	2.636	30.550	0,108475	12,23
28	56.55	2.85	100.82	2.483	2.685	28.250	0,09661	11,31
29	59.25	3	111.09	2.698	2.818	29.600	0,101695	11,85
30	59.96	3.23	119.67	2.796	2.817	29.950	0,109492	11,992
31	53.24	3.7	102.42	2.674	2.817	26.550	0,125424	10,648
32	58.56	3.31	121.17	2.901	3.013	29.200	0,112203	11,712
33	50.06	2.84	89.66	2.751	2.817	24.950	0,096271	10,012
34	55.66	2.94	102.73	2.590	2.720	27.800	0,099661	11,132
35	52.96	3.10	103.30	2.909	2.943	26.450	0,105085	10,592
36	63.45	3.25	128.03	2.819	2.860	31.700	0,110169	12,69
37	59.95	3.7	114.25	2.711	2.762	29.950	0,125424	11,99
38	48.46	2.83	86.85	2.881	2.943	24.200	0,095932	9,692
39	56.34	3	105.59	2.837	2.929	28.150	0,101695	11,268
40	49.05	2.66	83.07	2.635	2.747	24.450	0,090169	9,81
41	52.75	2.64	87.91	2.379	2.566	26.300	0,089492	10,55
42	50.36	2.53	80.82	2.514	2.622	25.150	0,085763	10,072
43	51.95	2.90	94.41	2.691	2.734	25.950	0,098305	10,39
44	52.86	2.91	96.79	2.685	2.748	26.350	0,098644	10,572
45	49.85	2.87	89.28	2.560	2.747	24.900	0,097288	9,97
46	65.04	3.45	137.52	2.689	2.747	32.450	0,116949	13,008
47	58.36	3.34	119.44	2.795	2.859	28.950	0,11322	11,672
48	52.46	3.9	101.25	2.803	2.817	26.200	0,132203	10,492
49	58.16	3.47	125.46	2.868	2.929	29.050	0,117627	11,632
50	57.55	3.3	108.23	2.843	2.804	28.700	0,111864	11,51

Tab. 9 naměřené hodnoty rotorové příže o jemnosti 29,5 tex z přístroje Instron 4411

### Příloha č. 3 – Naměřené hodnoty z přístroje CTT

Prstencové příže jemnost [tex]	zatížení [cN]	rychlost [m/min]	E(%)	SD	CV%	MIN	MAX	TENSION
29,5	30	20	0,62	0,06	9,9	0,52	0,68	30,61
29,5	30	80	0,35	0,02	5,1	0,32	0,36	30,73
29,5	30	150	0,37	0,02	4,88	0,36	0,4	30,93
29,5	50	20	0,97	0	0	0,97	0,97	49,96
29,5	50	80	0,82	0,02	2,71	0,81	0,85	50,21

29,5	50	150	0,81	0,03	4,18	0,77	0,85	50,41
29,5	80	20	1,67	0,06	3,51	1,58	1,75	80,07
29,5	80	80	1,52	0,07	4,93	1,42	1,63	80,12
29,5	80	150	1,54	0,02	1,2	1,5	1,54	80,26
20	30	20	0,76	0,02	2,4	0,73	0,77	29,85
20	30	80	0,35	0,02	5,1	0,32	0,36	29,95
20	30	150	0,39	0,02	4,58	0,36	0,4	30,03
20	50	20	1,04	0,04	4,29	0,97	1,09	49,69
20	50	80	0,81	0,04	5,04	0,77	0,85	49,84
20	50	150	0,86	0,02	2,13	0,85	0,89	49,91
20	80	20	2,08	0,18	8,84	1,92	2,33	79,82
20	80	80	1,91	0,07	3,58	1,83	2	80,08
20	80	150	2,01	0,11	5,37	1,87	2,17	80,18
16,5	30	20	0,63	0,02	3,53	0,6	0,64	30,44
16,5	30	80	0,51	0,03	6,57	0,48	0,56	30,39
16,5	30	150	0,54	0,02	4,11	0,52	0,56	30,38
16,5	50	20	1,44	0,12	8,26	1,34	1,58	49,84
16,5	50	80	1,29	0,1	7,6	1,17	1,42	50,06
16,5	50	150	1,32	0,05	3,54	1,26	1,38	50,27
16,5	80	20	2,46	0,17	6,72	2,21	2,67	82,01
16,5	80	80	2,07	0,05	2,2	2	2,12	82,37
16,5	80	150	2,09	0,1	4,55	2	2,21	82,67

Tab. 10 naměřené hodnoty rotorových přízí z přístroje CTT

Prstencové příze jemnost [tex]	zatížení [cN]	rychlost [m/min]	E[%]	SD	CV[%]	MIN	MAX	TENSION
29,5	30	20	0,96	0,06	9,9	0,52	0,68	30,61
29,5	30	80	0,29	0,02	5,1	0,32	0,36	30,73
29,5	30	150	0,11	0,02	4,88	0,36	0,4	30,93
29,5	50	20	1,14	0	0	0,97	0,97	49,96
29,5	50	80	0,4	0,02	2,71	0,81	0,85	50,21
29,5	50	150	0,32	0,03	4,18	0,77	0,85	50,41
29,5	80	20	1,3	0,06	3,51	1,58	1,75	80,07
29,5	80	80	0,77	0,07	4,93	1,42	1,63	80,12
29,5	80	150	0,65	0,02	1,2	1,5	1,54	80,26
20	30	20	0,91	0,02	2,4	0,73	0,77	29,85
20	30	80	0,3	0,02	5,1	0,32	0,36	29,95
20	30	150	0,11	0,02	4,58	0,36	0,4	30,03
20	50	20	1,21	0,04	4,29	0,97	1,09	49,69
20	50	80	0,44	0,04	5,04	0,77	0,85	49,84
20	50	150	0,42	0,02	2,13	0,85	0,89	49,91
20	80	20	1,67	0,18	8,84	1,92	2,33	79,82
20	80	80	0,86	0,07	3,58	1,83	2	80,08
20	80	150	0,81	0,11	5,37	1,87	2,17	80,18
16,5	30	20	0,94	0,02	3,53	0,6	0,64	30,44
16,5	30	80	0,22	0,03	6,57	0,48	0,56	30,39
16,5	30	150	0,14	0,02	4,11	0,52	0,56	30,38
16,5	50	20	1,19	0,12	8,26	1,34	1,58	49,84

16,5	50	80	0,56	0,1	7,6	1,17	1,42	50,06
16,5	50	150	0,51	0,05	3,54	1,26	1,38	50,27
16,5	80	20	1,61	0,17	6,72	2,21	2,67	82,01
16,5	80	80	1,2	0,05	2,2	2	2,12	82,37
16,5	80	150	1,11	0,1	4,55	2	2,21	82,67

Tab. 11 naměřené hodnoty prstencových přízí z přístroje CTT